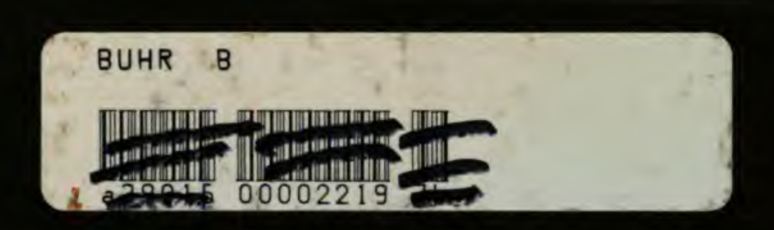
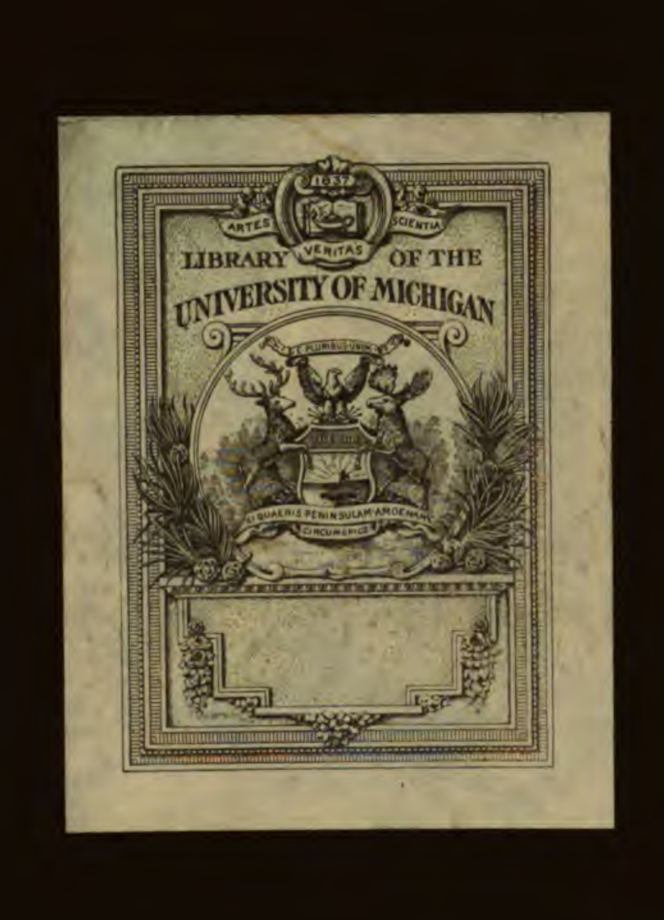
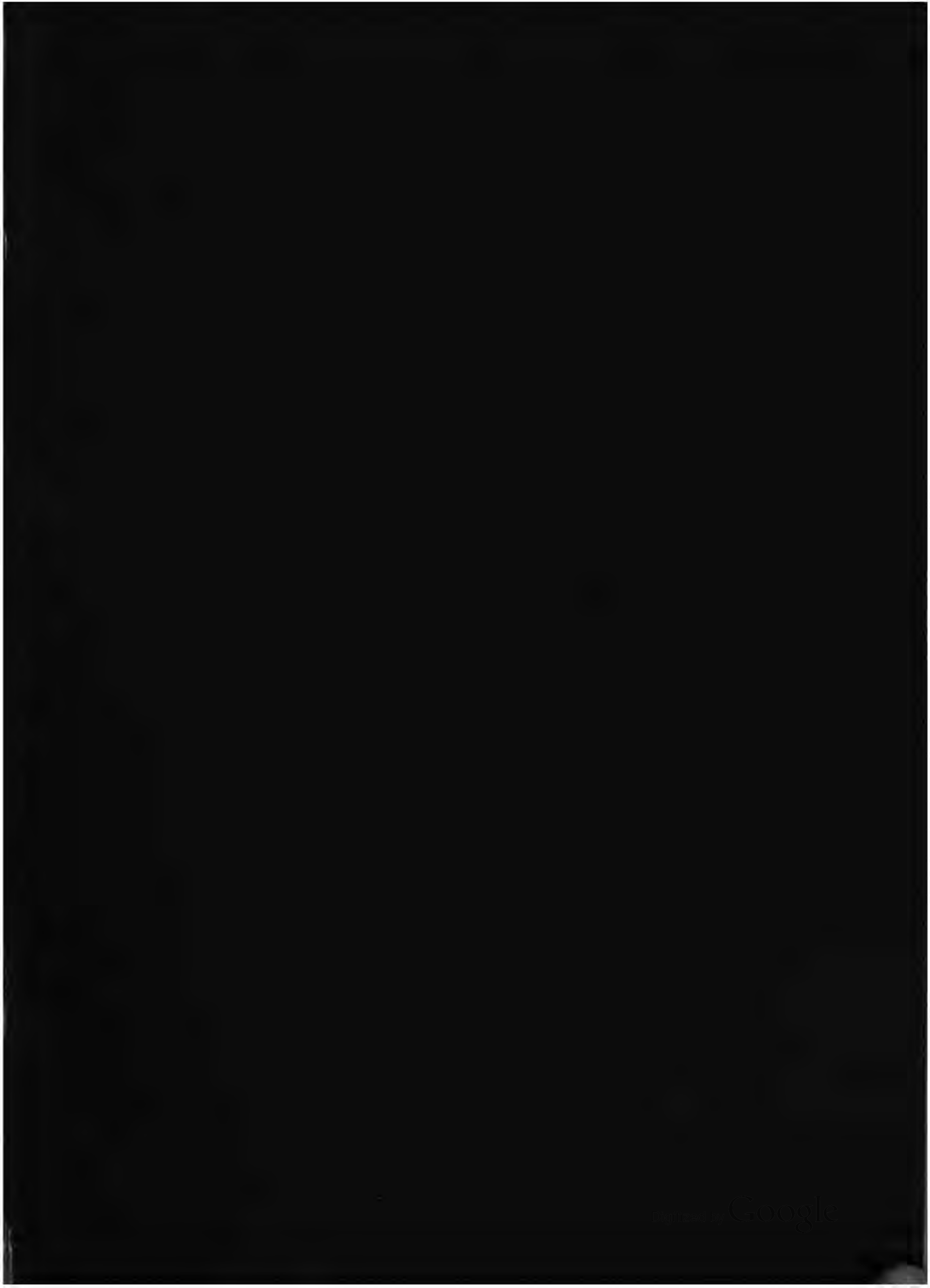




1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE





DIE
WICHTIGSTEN LAGERSTÄTTEN
DER
„NICHT-ERZE"

VON

DR. O. STUTZER
a. o. PROFESSOR FÜR GEOLOGIE U. MINERALOGIE
AN DER KGL. BERGAKADEMIE FREIBERG, SA.

ZWEITER TEIL

BERLIN
VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER
W 35 SCHÖNEBERGER UFER 12a
1914

KOHLE

(ALLGEMEINE KOHLENGEOLOGIE)

VON

DR. O. STUTZER

a. o. PROFESSOR FÜR GEOLOGIE U. MINERALOGIE
AN DER KGL. BERGAKADEMIE FREIBERG, SA.

MIT 29 TAFELN UND 113 TEXTABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAG VON GEBRÜDER BORNTRAEGER
W 35 SCHÖNBBERGER UFER 12a
1914

Druck von E. Buchbinder (H. Duske) in Neuruppin.

Vorwort

Der zweite Band der „Nichterze" erscheint hiermit in Form einer allgemeinen Kohlengeologie. Von einer Beschreibung der einzelnen Kohlenreviere der Erde ist in dem Werke abgesehen worden, weil das im gleichen Verlage erscheinende Werk von Dannenberg diese Aufgabe erfüllt.

Es war natürlich unmöglich im vorliegenden Werke die gesamte bergmännische und geologische Kohlenliteratur zu berücksichtigen. Besonderer Wert wurde daher vor allem auf die neuere und neueste Literatur gelegt. Es mag infolgedessen wohl auch das eine oder andere Werk unberücksichtigt geblieben sein, das eine Besprechung noch verdient hätte.

Die Profile und Karten des Werkes sind nach gegebenen Vorlagen fast alle vollkommen umgezeichnet. Einige Abbildungen[1]) entstammen dem Werke von Potonié „Die Entstehung der Steinkohle usw.", dessen Klischees uns in liebenswürdigster Weise vom Verlage zur Verfügung gestellt waren.

Wir bitten, uns auf etwaige Mängel und auf neue Literatur aufmerksam zu machen, damit dieselben bei einer etwaigen Neuauflage berücksichtigt werden können.

Freiberg (Sachsen), 15. Januar 1914.

O. Stutzer

[1]) Es handelt sich um die Tafeln I, IV—X, XIV und XV sowie um die Textfiguren 12 und 101.



Inhaltsverzeichnis

I. Die Kohle als Gestein

II. Das Kohlenlager





III. Kohlenvorräte und Kohlenproduktion



Verzeichnis der Abbildungen

I. Figuren im Text





II. Tafeln

I. Die Kohle als Gestein.

A. Definition[1]).

Kohle ist ein brennbares, organogenes Gestein, welches durch Anhäufung und Zersetzung pflanzlicher Stoffe entstanden ist.

B. Überblick über die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Kohle[2]).

I. Die chemische Zusammensetzung der Kohlen.

Die chemische Zusammensetzung der Kohlen erkennt man aus der Kohlenanalyse. Es seien daher auf Seite 4 zunächst einige Kohlenanalysen mitgeteilt.

Wie man aus den mitgeteilten Analysen ersieht, beteiligen sich an der Zusammensetzung der Kohle in erster Linie die Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Sodann enthalten fast alle Kohlen in geringer Menge Schwefel und Stickstoff, sowie als unverbrennbaren Rückstand Asche. Es sind diese Stoffe gleichzeitig die Bestandteile der Pflanzen, aus welchen die Kohlen durch verschiedene, später zu besprechende Zersetzungsprozesse hervorgegangen sind.

a) Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff.

Das Mengenverhältnis dieser einzelnen Elemente zueinander ist in den verschiedenen Kohlenvarietäten ein verschiedenes. Es ist diese Verschiedenheit in erster Linie eine Folge der Veränderungen, welche die Kohle während und nach ihrer Ablagerung durchgemacht hat.

---

[1]) Der Autor ist sich bewusst, dass die hier gegebene Definition noch nicht in jeder Hinsicht befriedigend ist. Es dürfte aber schwer sein, eine bessere aufzustellen.

[2]) Nach F. Muck, Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie. Bonn 1881; F. Fischer, Die chemische Technologie der Brennstoffe, I. Teil. Braunschweig 1897; und anderen im folgenden näher angegebenen Quellen.

Steinkohlen (nach F. Fischer).

Herkunft	Kohlen-stoff	Wasser-stoff	Sauer-stoff	Schwefel	Stick-stoff	Wasser	Asche	Kohlen-substanz	Reinkohle		
									C	H	O+S+N
Oberschlesien:											
Guidogrube	80,37	4,86	7,12	0,94	1,32	2,75	2,64	94,61	84,95	5,14	9,91
Königin Luisengrube	79,79	4,92	7,01	0,80	1,37	2,19	3,92	93,89	84,98	5,24	9,78
Deutschlandgrube	79,67	4,88	7,47	0,89	1,27	2,93	2,89	94,18	84,59	5,18	10,23
Florentine	77,27	4,75	8,99	0,60	1,27	4,14	2,98	92,88	83,20	5,11	11,69
Orzesche	74,04	5,20	8,85	1,15	1,33	3,55	5,88	90,57	81,75	5,74	12,51
Niederschlesien:											
Glückhilfgrube, Wrangel und v. d. Heydt	79,72	4,77	4,00	1,19	1,07	2,05	6,74	91,21	87,40	5,23	7,37
Friedenshoffnunggrube	79,88	4,98	5,58	1,25	1,14	1,35	5,82	92,83	86,05	5,36	8,59
Westfalen:											
Rhein, Elbe, Alma	79,82	4,96	4,79	0,82	1,25	3,00	5,36	91,64	87,10	5,41	7,49
Pluto	71,93	4,51	5,36	1,56	1,32	2,42	12,96	84,62	85,00	5,33	9,67
Bonifacius	73,28	4,63	4,93	1,50	1,46	2,74	11,46	85,80	85,41	5,40	9,19
Wilhelmine Victoria	75,85	4,74	5,81	0,92	1,46	2,60	8,62	88,78	85,44	5,34	9,22
Hannibal	76,20	4,80	5,31	1,68	1,42	2,20	8,39	89,41	85,22	5,37	9,41
Consolidation	78,94	5,21	5,19	0,88	1,52	1,64	6,62	91,74	86,05	5,68	8,27
Hibernia	82,97	5,08	5,29	0,81	1,53	2,10	2,22	95,68	86,72	5,31	7,97
Zollverein	83,33	5,11	5,76	1,20	1,58	0,97	2,05	96,98	85,93	5,27	8,80
Dahlbusch	81,04	5,20	5,04	0,82	1,57	2,12	4,21	93,67	86,52	5,55	7,93
Unser Fritz	74,80	4,75	6,10	0,85	1,39	2,46	9,65	87,89	85,11	5,40	9,49
Königsgrube	78,93	5,11	5,74	0,94	1,42	2,00	5,86	92,14	85,66	5,55	8,79
Hansa	79,16	5,16	5,67	1,85	1,53	1,95	4,68	93,37	84,78	5,53	9,69
Holland	77,81	4,96	6,77	1,47	1,48	1,40	6,11	92,49	84,13	5,36	10,51
Hugo	79,73	5,22	6,75	0,88	1,43	1,65	4,34	94,01	84,81	5,55	9,64

Herkunft	Rohkohle			Aschenfrei			
Sächsische Kohle (nach Stein)	Asche	Flüchtiger Schwefel	Gesamt-Schwefel	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
Oberhohndorf I	2,98	1,26	1,67	83,23	5,52	0,27	10,98
„ II	0,74	0,30	1,21	83,28	4,55	0,44	11,73
„ III	8,58	1,19	2,35	83,68	3,81	0,32	12,18
Bockwa I	7,07	1,07	2,17	87,94	5,24	0,25	6,58
„ II	8,10	0,16	0,51	83,65	6,30	0,32	9,74
Planitz I	4,26	0,01	0,55	84,84	4,63	0,23	10,74
„ II	8,67	2,84	3,73	89,06	5,94	0,40	4,58
Zwickau I	8,47	1,27	2,28	90,93	5,02	0,10	3,96
„ II	3,65	0,56	0,91	82,23	4,29	0,60	12,88
„ III	7,20	1,43	1,64	82,20	3,22	0,44	14,14
„ IV	3,18	1,75	2,30	80,05	5,83	0,46	13,65
Niederwürschnitz I	2,14	1,62	1,87	83,65	6,42	0,34	9,59
„ II	8,33	2,54	2,65	81,17	4,67	0,68	13,47
„ III	9,05	—	0,81	78,65	3,56	0,12	17,67
Lugau	5,70	2,40	2,76	85,83	3,59	0,21	10,37

Österreichische Kohlen (nach Schwackhöfer)	Rohkohle			Aschenfrei			
	Wasser	Asche	Schwefel	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff
Kladno, Marianschacht	11,08	5,99	0,58	78,52	4,91	15,65	0,92
„ „	11,45	17,11	1,10	77,78	4,81	16,30	1,11
„ Prukonschacht	12,24	9,84	0,72	80,28	4,66	14,00	1,06
„ „	11,22	18,68	0,46	80,35	4,54	13,94	1,17
„ Barréschacht	8,07	14,61	0,77	81,43	4,48	12,77	1,32
Mährisch Ostrau, Carolinengrube	6,24	8,96	1,04	79,48	4,61	14,79	1,12
Mährisch Ostrau, Hermenegildgrube	3,19	11,94	0,39	81,04	4,67	13,06	1,23
Mährisch Ostrau, Gutmann	2,68	10,67	0,66	82,95	4,83	11,36	0,86
Pol. Ostrau, Wiczek	3,25	9,57	0,80	82,55	4,71	12,05	0,89
„ „ Zwierzina	3,03	9,92	0,68	82,72	4,81	11,38	1,09
„ „ Heinrichglückgrube	2,75	6,30	2,50	77,82	5,08	15,92	1,18
Karwin	3,16	3,53	0,69	83,18	4,85	10,82	1,15

Analysen einiger Braunkohlen aus Nordwestsachsen
(nach Fr. Etzold).

Nr.	Ort	Zusammensetzung der Rohkohle			Zusammensetzung der Reinkohle				Bemerkungen
		Wasser	Asche	Brennbare Substanz	Kohlen-stoff	Wasser-stoff	Sauerstoff (Stickstoff)	Schwefel	
1	Blumroda	53,99	3,88	42,13	69,65	5,68	23,00	1,67	Mittel mehrerer Analysen.
2	Deutzen	49,57	6,62	43,81	70,44	6,01	21,00	2,55	Mittel von 12 Analysen.
3	Gnandorf	55,52	3,81	40,67	67,06	5,13	25,94	1,87	
4	Grosswischstauden .	53,46	4,31	42,23	74,78	7,27	13,45	4,50	
5	Leipzig-Dölitz . .	52,88	4,65	42,47	69,26	6,21	19,78	4,75	
6	Lobstädt	24,60	9,40	66,00	69,92	6,17	19,64	4,27	
7	Neukirchen-Wyhra	54,09	4,03	41,88	68,60	5,93	24,01	1,46	Mittel mehrerer Analysen.
8	Ramsdorf	54,08	3,13	42,79	72,10	6,73	18,79	2,38	
9	Regis	59,37	4,02	36,61	70,45	5,87	20,91	2,77	Mittel mehrerer Analysen.
	Durchschn. a. Nr. 1-9	50,84	4,88	44,28	70,25	6,11	20,73	2,91	
10	Benndorf	56,40	3,00	40,60	69,21	5,67	23,89	1,23	
11	Brandis	52,32	2,18	45,50	64,04	5,41	27,96	2,59	
12	Wüstungsstein . .	58,48	4,17	37,35	64,44	5,70	26,75	3,11	
13	Espenhain . . .	51,46	6,25	42,29	69,08	5,79	18,82	6,31	
14	Leipnitz	57,93	4,34	37,73	70,45	4,82	24,25	0,48	
15	Kulkwitz	53,73	4,98	41,29	67,64	5,60	22,64	4,12	
	Durchschnittl. Zusammensetzung der aus der Kohle des Hauptflözes hergestellten Briketts.	14,79	8,41	76,80	69,00	5,88	22,88	2,24	

Zusammensetzung von Braunkohlen[1]).

Kohlensorte	Herkunft	C	H	O, N, S	Asche	Berechnet auf Reinkohle		
						C	H	O, N, S
Lignit	Laubach (Hessen)	57,28	6,03	36,1	0,59	57,62	6,07	36,31
Erdige Kohle	Grube v. d. Heydt (Halle)	57,43	5,88	24,83	11,86	65,16	6,67	28,17
Gemeine Braunkohle	Schönfeld in Böhmen	61,2	5,17	21,28	12,35	69,82	5,90	24,28
Pechkohle	Pensberg in Bayern	69,50	4,63	20,47	5,4	73,47	4,89	21,64
Glanzkohle	Meißner in Hessen	82,0	4,2	5,9	7,9	89,03	4,56	6,41

Primäre Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des Ursprungsmaterials, also der Pflanzen, kommen weniger in Betracht. Im Laufe der Inkohlung, wie man den fortlaufenden Zersetzungsprozess der Brennstoffe nennt, reichert sich der Kohlenstoffgehalt immer mehr an, während der Sauerstoff- und Wasserstoffgehalt abnimmt.

Es ist dies aus einem Vergleich der Durchschnittsanalysen verschiedener Brennstoffe sofort zu ersehen. F. Muck hat eine Tabelle solcher Durchschnittsanalysen zusammengestellt. Die in der Tabelle angegebene Reihenfolge der verschiedenen Brennstoffe ist gleichzeitig eine genetische, da nach der herrschenden geologischen Ansicht Braunkohle aus Holz und Torf, Steinkohle aus Braunkohle, und Anthrazit aus Steinkohle entsteht.

Durchschnittsanalysen verschiedener Brennstoffe.

	C	H	O	N
Holzfaser	50	6	43	1
Torf	59	6	33	2
Braunkohle	69	5,5	25	0,8
Steinkohle	82	5	13	0,8
Anthrazit	95	2,5	2,5	Spur.

[1]) Nach Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 21.

Der technische Charakter der Kohlen wird ausser vom Kohlenstoffgehalte auch vom Mengenverhältnis, das Sauerstoff und Wasserstoff zueinander besitzen, beeinflusst. Dieses Verhältnis wird deutlicher, wenn man es auf Kohlenstoff als Einheit bezieht, wie es in folgender Tabelle geschehen ist:

Wasserstoff und Sauerstoff in den verschiedenen Brennstoffen, bezogen auf Kohlenstoff als Einheit.

	C	H	O + N
Holzfaser	100	12	88
Torf	100	10,2	59,2
Braunkohle	100	8	37,4
Steinkohle	100	6	16,8
Anthrazit	100	2,6	2,6

Eine ähnliche Tabelle teilt W. Gibson[1]) auf Grund anderer Durchschnittszahlen mit:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff und Stickstoff
Holz	100	12,3	86,8
Torf	100	9,7	54,7
Braunkohle	100	7,4	29,7
Steinkohle	100	6,4	13,4
Anthrazit	100	2,6	2,3

Auf die Entstehung der Kohle wird in einem späteren Kapitel erst näher eingegangen. Hier sei nur vorgreifend bemerkt, dass die elementaren Hauptbestandteile der Kohle, d. h. Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff sich zum weitaus grössten Teile auf die Bestandteile ehemaliger Pflanzenkörper zurückführen lassen.

Der Stickstoffgehalt dürfte aber nur zum kleineren Teile von Pflanzen (eiweissartigen Stoffen), zum grösseren Teile aber von tierischen Resten entstammen. Diese tierischen Reste haben natürlich auch etwas Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zum Aufbau der Kohle geliefert. Im Vergleich mit der Menge der phytogenen Substanz ist dieser zoogene Gehalt an C, O und H, besonders in den eigentlichen Humuskohlen, aber verschwindend gering.

[1]) W. Gibson, The geology of coal and coal-mining. London 1908, S. 36.

In einzelnen Schriften findet man auch die Angabe, dass der Stickstoffgehalt der Kohle mit dem Alter der Kohle zunimmt. Man erklärt diese Zunahme alsdann durch sekundäre Prozesse. Luft war hiernach in Kohle eingeschlossen. Der Sauerstoff dieser Luft verbrannte alsdann zu CO_2 und verschwand, während der Stickstoff zurückblieb und von der Kohle absorbiert wurde. Nach unseren Beobachtungen zeigen Analysen aber keine derartige Zunahme an Stickstoff mit fortschreitendem Alter. Der Stickstoffgehalt ist vielmehr durchaus schwankend. Die angeführten Durchschnittsanalysen von Muck würden sogar für das Gegenteil sprechen. Eine Absorption von Stickstoff aus Luft kann gelegentlich aber dennoch wohl einmal den Stickstoffgehalt der Kohlen erhöht haben.

Der Stickstoffgehalt der Kohlen wird auch technisch verwertet. Er erzeugt bei der trockenen Destillation der Kohlen Ammoniak.

b) Graphische Darstellung der chemischen Zusammensetzung der Kohlen.

Die in der Petrographie übliche Dreiecksprojektion zur Veranschaulichung der chemischen Zusammensetzung der Gesteine kann unter gewissen Abänderungen auch auf Kohlengesteine angewandt werden. Es sind derartige graphische Darstellungen der chemischen Zusammensetzung der Kohlen wohl zuerst von F. F. Grout[1]) veröffentlicht, auf dessen Mitteilungen im folgenden kurz eingegangen sei.

Zur chemischen Charakterisierung einer Kohle genügt bis zu einem gewissen Grade eine Angabe der Mengenverhältnisse von Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, den wichtigsten Elementarbestandteilen einer Kohle. Es sind diese drei Elemente daher in dem folgenden Diagramm allein berücksichtigt. Soll Schwefel und Stickstoff noch mit berücksichtigt werden, so lassen sich diese Bestandteile in das Diagramm auch noch einfügen.

Die Vorbereitung zur Anfertigung eines solchen Diagramms geschieht kurz in folgender Weise: Von der angefertigten Analyse zieht man den Feuchtigkeitsgehalt ab und verrechnet die Bestandteile Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff auf 100 Prozent. Alsdann konstruiert man, wie in Fig. 1 angegeben, ein Dreieck[2]).

[1]) Frank F. Grout, The Composition of Coals. Economic Geology II, S. 225 (1907).

[2]) Ein einfacheres, aber weniger klares Diagramm liesse sich aus zwei aufeinander senkrecht stehenden Koordinaten errichten. Der dritte Bestandteil wäre alsdann 100 weniger der Summe der beiden anderen Bestandteile.



In den drei Ecken dieses Dreiecks verteilt man die Symbole von reinem (100 %) Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Im vorliegenden Beispiel ist Kohlenstoff links unten, Sauerstoff rechts unten und Wasserstoff an die Spitze des Dreiecks gestellt. Reiner Kohlenstoff (Graphit, Diamant) müsste demnach durch einen Punkt in der Ecke links unten

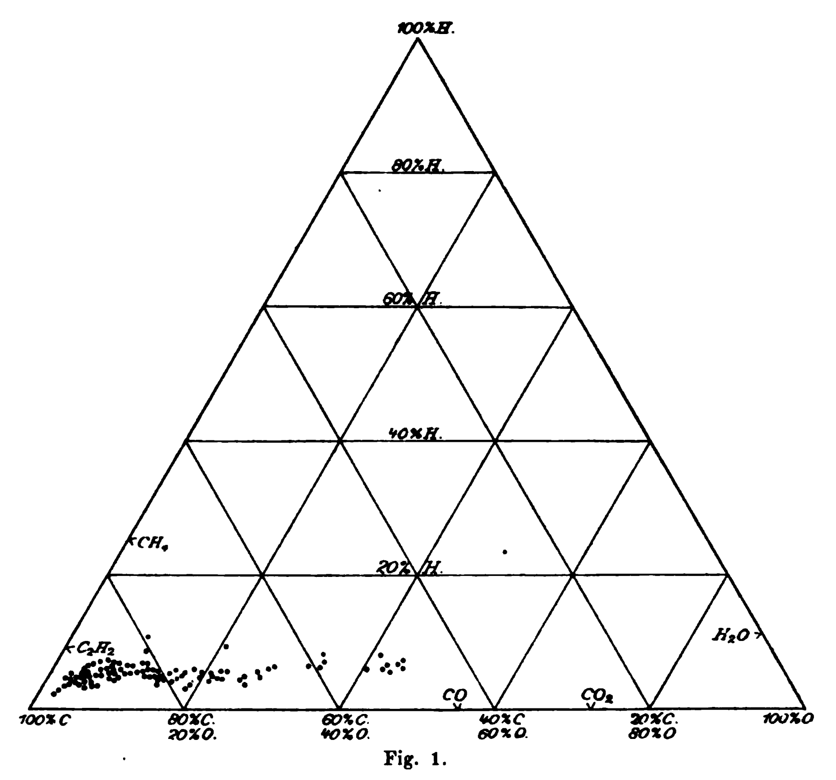


Fig. 1.

Dreieck-Diagramm zur Veranschaulichung der chemischen Zusammensetzung verschiedener Kohlensorten (nach F. F. Grout). Die schwarzen Punkte geben den H-, O- und C-Gehalt verschiedener amerikanischer Kohlensorten an.

zum Ausdruck gebracht werden, während reiner Sauerstoff rechts unten und reiner Wasserstoff in die Spitze des Dreiecks einzutragen wäre. Auf dem linken Schenkel des Dreiecks lassen sich alsdann zwischen den Symbolen für reinen Kohlenstoff (100 Prozent) und reinen Wasserstoff (100 Prozent) alle reinen Kohlenwasserstoffe eintragen, wie z. B. Methan, CH_4, während auf dem rechten Schenkel zwischen Wasserstoff und Sauerstoff alle Wasser-Sauerstoffverbindungen liegen, wie Wasser (H_2O), und Wasserstoffsuperoxyd (H_2O_2), und entsprechend kann man auf den

Basisschenkel alle Kohlenoxydverbindungen einzeichnen. Jeder Punkt im Innern dieses Dreiecks entspricht aber einer Substanz, die aus drei

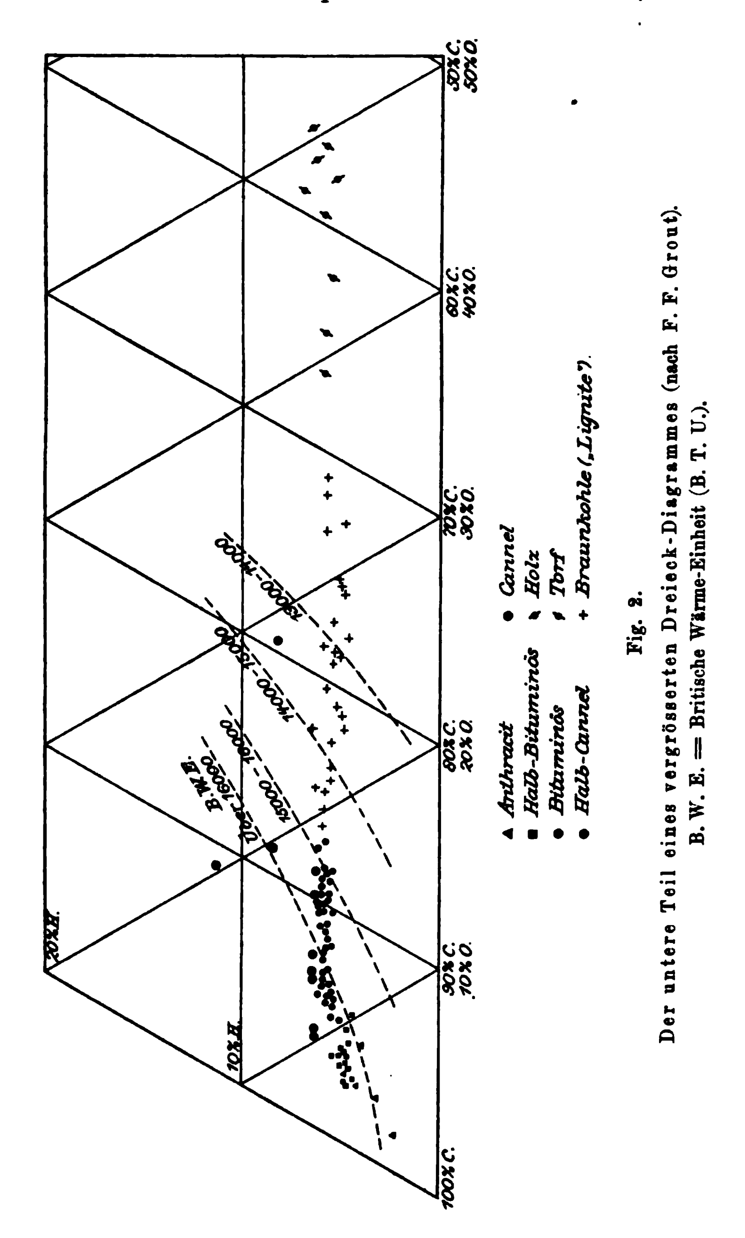


Fig. 2.

Der untere Teil eines vergrösserten Dreieck-Diagrammes (nach F. F. Grout).

B. W. E. = Britische Wärme-Einheit (B. T. U.).

Komponenten, also aus einer bestimmten Menge Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht. Da diese nun die Hauptbestandteile der

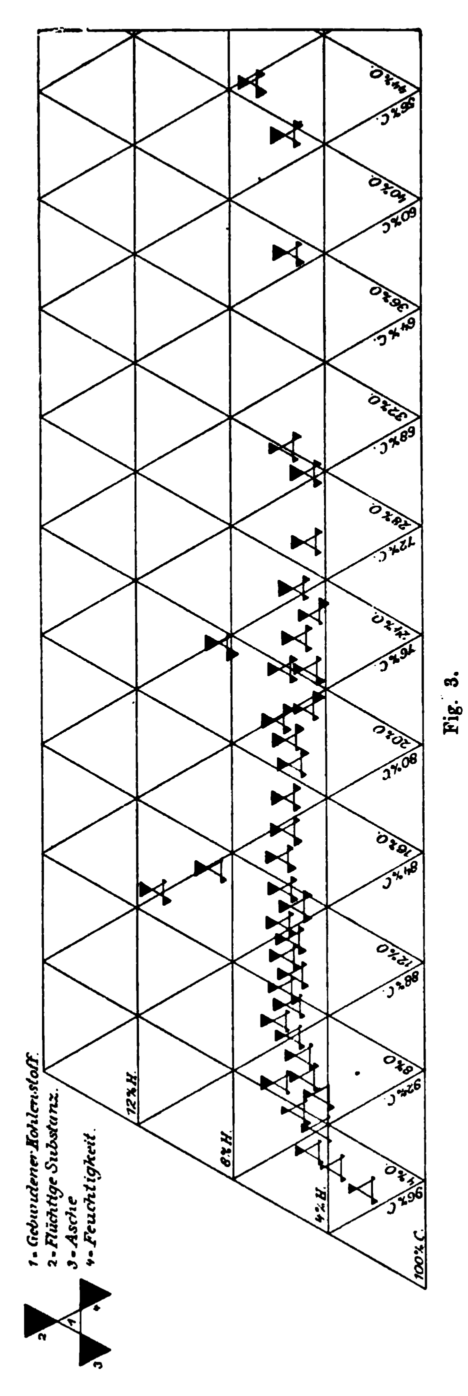


Fig. 3.

Der untere Teil eines stark vergrösserten Dreieck-Diagrammes (nach F. F. Grout). Die eingetragenen Symbole bezeichnen ausser dem C-, H- und O-Gehalt der Kohle auch noch die relative Menge des gebundenen Kohlenstoffes, der flüchtigen Substanzen, der Asche und der Feuchtigkeit.

Kohle sind, so ist die chemische Zusammensetzung einer jeden Kohle durch einen Punkt in diesem Dreieck genau angegeben.

Bei einem Vergleich zwischen mehreren Kohlenanalysen gibt eine solche Darstellung alsdann einen sofortigen und klaren Überblick über das gegenseitige Verhältnis der verschiedenen Kohlensorten zu einander. Durch eine Tabelle wird eine solche Übersicht nie erreicht. Es ist dies durch einen Vergleich der vorher mitgeteilten Analysentabellen mit einer solchen Dreiecksprojektion sofort ersichtlich.

Dreiecks-Projektionen zeigen unter anderem auch recht deutlich die chemischen Übergänge, welche zwischen recentem Brennmateriale, Braunkohle, Steinkohle und Anthrazit bestehen (Fig. 2).

Wünscht man weitere Einzelheiten über die Beschaffenheit der Kohle in ein solches Diagramm einzutragen, so muss man das Dreieck vergrößern und statt des Punktes entsprechende andere Zeichen wählen. Wie die nebenstehende Figur zeigt, hat Grout in ein solches Diagramm auch

noch die relativen Mengenverhältnisse von gebundenem Kohlenstoff, flüchtiger Substanz, Feuchtigkeit und Asche zum Ausdruck gebracht (Fig. 3).

c) Schwefel.

Obwohl Schwefel nur in geringer Menge in den Kohlen enthalten ist, so ist er dennoch eine der wichtigsten, weil schädlichsten Beimengungen. Ein hoher Schwefelgehalt ist unter allen Umständen unerwünscht.

Zunächst schadet Schwefel überall dort, wo Kohle oder daraus gewonnener Koks zu Hüttenprozessen verwandt wird. Sodann kann bei ungünstigen örtlichen Verhältnissen die aus der Esse entweichende schweflige Säure Vegetationsschäden verursachen, die oft zu großen Entschädigungsansprüchen führen. Bei einer Vergasung im Generator liefert ferner schwefelreiche Kohle auch schwefelreiche Gase, welche hier dem Betrieb überaus lästig werden.

Dieser so unerwünschte Schwefel kann in der Kohle nun in dreierlei[1]) Form enthalten sein:

1. Als Schwefelkies.
2. In organischer Bindung.
3. Als Sulfat (z. B. Gips).

Der grösste Teil des Schwefels der Kohlen ist wohl an Metalle gebunden, und zwar hauptsächlich an Eisen. Er findet sich alsdann in der Form von Schwefelkies oder Markasit. Auf Klüften, Schlechten und Schichtfugen ist dieser Schwefelkies in den Kohlenflözen oft anzutreffen. Konkretionen von Schwefelkies sind in den Kohlen ebenfalls nicht selten.

Der Schwefelkies ist in den Kohlen häufig auch in so feiner Verteilung enthalten, dass man ihn mit blossem Auge nicht erkennt. Man kann ihn dann erst durch Sichern der vorher feingepulverten Kohle nachweisen.

Die Entstehung dieses Schwefelkieses erklärt sich Wedding[2]) dadurch, dass die Kohlenlager mit eisensulfathaltigen Gewässern in Berührung kamen, aus welchen durch die Kohle das Eisensulfat in Form von Eisensulfid abgeschieden wurde. Dieser Vorgang lässt sich heute noch in verlassenen Grubenbauen beobachten, in denen Schwefelkies

---

[1]) Als vierte Form wäre noch das Vorkommen von gediegenem Schwefel in Braunkohle zu erwähnen. Siehe Petrographie der Kohlenlager.

[2]) Wedding, Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde II, S. 651.

sich in Form ganz dünner Überzüge auf den Absonderungsflächen („Schlechten") der Steinkohle vor unseren Augen absetzt.

Es ist daher der Schwefelkies zum Teil als ein fremder Bestandteil der Kohle zu betrachten, dessen Schwefelgehalt nicht den Pflanzenkörpern des Kohlenflözes früher angehört hat. Er ist teilweise von aussen zugeführt und durch Reduktion von seiten der Kohlensubstanz während deren Ablagerung oder nach derselben aus schwefelsauren Lösungen ausgefällt worden. Bei Besprechung der Petrographie der Kohlenlager wird auf diesen Schwefelkiesgehalt noch einmal eingegangen werden (S. 193).

Von besonderem Interesse und Wichtigkeit sind die Untersuchungen von Wallace[1]) über organisch gebundenen Schwefel in der Kohle. Dieser Forscher untersuchte zahlreiche eisenarme Steinkohlen und kam hierbei zu dem auffallenden Resultate, dass einzelne Steinkohlen bis zu 0,90 Prozent Schwefel enthalten, obwohl nach dem vorhandenen Eisen nur 0,11 Prozent dieses Schwefels in Form von Schwefelkies gebunden sein konnten. Andere Metalle waren auch nicht in einer dem Schwefelgehalte entsprechenden Menge in der Kohle vorhanden. Es blieb daher diesem Forscher nur die Schlussfolgerung übrig, dass in der Kohle auch organische Schwefelverbindungen enthalten sind.

Ähnliche Resultate erhielt R. Schäfer[2]). Nach ihm enthalten die unreinen Kohlen, welche in Anatolien gewonnen und von der dortigen Eisenbahn verwendet werden, bis zu 30 Prozent Asche. In dieser Asche sind aber nur ganz geringe Mengen Eisen enthalten, während der Schwefelgehalt der Kohle bis zu 6 Prozent beträgt. Nach seinen weiteren Untersuchungen lassen sich durch Behandeln dieser feingepulverten Kohle mit Chloroform organische Schwefelverbindungen aus der Kohlensubstanz herauslösen, und zwar in solcher Menge, dass schliesslich nur noch 1 Prozent Schwefel im Rückstand verbleibt.

Die Menge des organisch gebundenen Schwefels wechselt, wie überhaupt der gesamte Schwefelgehalt, in den verschiedenen Kohlen sehr. Es gibt Kohlen, die reichliche Mengen organischer Schwefelverbindungen enthalten, und wieder andere, die arm an solchen sind. Schäfer führt diese Verschiedenheit auf einen ursprünglich verschiedenen Schwefelgehalt der ehemaligen Pflanzen zurück. Die Menge des Schwefels in der Pflanze hängt nach seinen Beobachtungen hauptsächlich von derjenigen Schwefelmenge ab, welche der Pflanze im Boden oder in

---

[1]) Chemical News 41, S. 201 (1880).

[2]) R. Schäfer, Über den Schwefel in den Brennstoffen. Zeitschr. f. d. B. H. u. S. W. im preuss. St. Bd. 58. Berlin 1910.



der Luft als Nahrungsaufnahme zur Verfügung stand. Diese Ansicht stützt Schäfer durch Untersuchung rezenter Kiefernadeln aus den Wäldern der Umgebung von Coswig in Anhalt. Er hat dort festgestellt, dass die Nadeln der von den Fabrikanlagen weit entfernten Kiefern nur einen ganz geringen Prozentsatz an Schwefel aufweisen, während näherstehende Bäume einen Schwefelgehalt zeigen, der über $^1/_2$ Prozent, auf Schwefelsäure und Trockensubstanz berechnet, beträgt. Die den Fabrikanlagen näherstehenden Bäume konnten also aus Rauchgasen Schwefel assimilieren. Den weiter entfernt stehenden Bäumen stand die schweflige Säure dieser Rauchgase als Schwefelnahrung nicht mehr zur Verfügung. Sie sind infolgedessen schwefelarm.

Ausser diesen bisher besprochenen, stets schädlichen Schwefelverbindungen, dem Schwefelkies und dem organisch gebundenen Schwefel, ist auch noch unschädlicher Schwefel in der Kohle enthalten. Dieser letztere findet sich gebunden als Sulfat, meist wohl als Kalziumsulfat ($CaSO_4$). Beim Verbrennen der Kohle entweicht dieser Schwefel nicht. Man trifft ihn vielmehr auch in der Asche noch an. So enthielt nach Dammer[1]) die Asche einer

Glanzkohle von Zwickau . .	2,17	Prozent Schwefelsäure,
Kohle aus Oberschlesien . .	1,73	„ „
„ von Newcastle . . .	8,21	„ „
„ aus Ohio	0,24	„ „
„ aus Ohio	0,58	„ „

Das Verhältnis des in der Asche gebundenen Schwefels zum Gesamtschwefelgehalt, d. h. mit anderen Worten das Verhältnis des unschädlichen zum schädlichen Schwefel ist ebensolchen Schwankungen unterworfen, wie die Menge des Gesamtschwefels in der Kohle. So hat von Conek[2]) eine grössere Anzahl von Schwefelbestimmungen an ungarischen Steinkohlen ausgeführt. Der Gesamtschwefelgehalt schwankte hierbei zwischen 0,63 und 7,5 Prozent.

Die folgende Tabelle gibt einige der von ihm gewonnenen Resultate wieder:

Gesamtschwefel (schädlicher + unschädlicher)	Schwefel in der Asche (unschädlicher)
5,40 Prozent	2,35 Prozent
5,21 „	1,19 „
7,55 „	1,17 „
4,88 „	0,64 „
0,63 „	0,17 „

[1]) Handbuch der organischen Chemie, Bd. II, 1. Teil, S. 288.

[2]) Chemiker-Zeitung 1902, S. 1082.

Bei Kohlenanalysen genügt es deshalb nicht nur den Gesamtschwefelgehalt der Kohlen anzugeben. Man muss vielmehr auch versuchen, über die Art der Bindung des Schwefels etwas zu sagen.

In vollständigen Analysen findet man den schädlichen Schwefelgehalt meist als „Sulfidschwefel", den unschädlichen, in der Asche enthaltenen, als „Sulfatschwefel" bezeichnet.

d) Asche.

Der nach einer vollständigen Verbrennung von Kohle zurückbleibende Bestandteil wird als Asche bezeichnet. Der Aschengehalt der Kohlen ist verschiedener Herkunft. Ein Teil des Aschengehaltes der Kohle entspricht der Aschenmenge der ehemaligen Pflanzen. Der grösste Teil der Aschenbestandteile ist aber durch Zufuhr mineralischer Stoffe während der Pflanzenablagerung zu erklären. Diese Zufuhr kann mechanisch eingeschwemmt oder zum kleineren Teil auch eingeweht sein, wie Sand, Schlamm und Staub, oder sie ist chemisch gelöst zugeführt und niedergeschlagen (Kalke, Kiese). Schliesslich können mineralische Substanzen auch durch spätere Infiltration in das schon fertig gebildete Kohlenlager eindringen und sich hier absetzen.

Eine Trennung der einzelnen Aschenbestandteile nach ihrer Entstehung lässt sich im allgemeinen nicht durchführen. Es scheinen aber die anorganischen Bestandteile der ehemaligen Pflanzen in der Menge des Aschengehaltes ganz zurückzutreten. Wenigstens finden sich die Hauptbestandteile aus der Asche der lebenden Pflanzen, die Alkalien nur in ganz geringer Menge in der Kohlenasche wieder. Diese Erscheinung ist durch eine Auslaugung dieser Alkalien während der Bildung der Steinkohle zu erklären.

Die Menge der in der Kohle enthaltenen Asche ist sehr verschieden. Wir finden alle Übergänge zwischen reiner Kohle und kohlenhaltigem Gestein, vor allem Schiefer.

Die reinsten Kohlen enthalten zwei bis drei Prozent Asche. Als besondere Ausnahmen führt Demanet die Anthrazitkohlen von Brolfa Methyr (Südwales) an, welche nicht mehr als 0,30 Prozent Asche enthalten. Manche Lagerstätten enthalten schieferreiche Kohle, welche nur zur Hälfte verbrennbar ist, und daher meist nur an Ort und Stelle zur Kesselheizung verwandt wird. So fördert man im Döhlener Becken bei Dresden noch Kohle mit 30 Prozent Asche.

Es wird bisweilen darauf hingewiesen, dass Schwankungen im Aschengehalt der Kohlen zu einem kleinen Teile auch auf Schwankungen im Aschengehalt der lebenden Pflanzen zurückgeführt werden können.



Solche Schwankungen findet man nämlich nicht nur bei verschiedenen Pflanzenarten, sondern auch bei verschiedenen Organen derselben Pflanze. So enthält nach W. Gibson[1]) Lycopodium clavatum 4,7 Prozent Asche, während das nahe verwandte Lycopodium chamaecyparissum 6,7 Prozent Asche enthält. Laubbäume enthalten nach demselben Autor selten über 2 Prozent Asche. Lycopodium ist, nebenbei bemerkt, auch besonders befähigt, Aluminiumsalze aus dem Boden aufzunehmen. Nach der Zersetzung der Pflanze bleibt diese Aluminiumverbindung dann an Ort und Stelle zurück, während andere, leicht lösliche Salze vom Wasser gelöst und fortgeführt werden.

Im Verlaufe des Inkohlungsprozesses reichert sich der Kohlenstoffgehalt der Kohle an, während Wasserstoff und Sauerstoff in Form flüchtiger Bestandteile immer mehr entweichen. Hierdurch verringert sich das Volumen der Kohle, und dementsprechend muss auch der Aschengehalt der Kohle zunehmen. So führen amerikanische Anthrazite nach Dowling einen höheren Aschengehalt als die Steinkohlen derselben Schichtserie. Von Dowling wird diese Erscheinung auf die weiter fortgeschrittene Inkohlung bei Anthraziten gegenüber Steinkohlen zurückgeführt.

Wie die Menge der Asche, so ist auch die chemische Zusammensetzung der Asche allen möglichen Schwankungen unterworfen. Es ist dies aus den folgenden Analysen ersichtlich, welche sich auf kohlefreie Steinkohlenaschen beziehen (nach Muck).

Chemische Zusammensetzung einiger Aschen.

	1	2	3	4	5
Kieselsäure	1,700	31,300	60,230	39,640	35,730
Tonerde	2,210	8,310	31,360	39,200	41,110
Eisenoxyd	60,790	54,470	6,360	11,840	11,150
Kalk	19,220	3,440	1,080	1,810	2,750
Magnesia	5,030	1,600	0,350	2,570	2,650
Kali	0,350	0,070	0,110	n. best.	n. best.
Natron	0,080	0,290	—	n. best.	n. best.
Schwefelsäure	10,710	0,520	0,240	Spur	4,450
Phosphorsäure	n. best.	n. best.	n. best.	3,010	0,990
	100,000	100,000	100,000	98,08	98,83

[1]) W. Gibson, The Geology of coal and coal-mining. London 1908, S. 8.

Nr. 1 = Asche der Kohle aus dem Inderevier bei Aachen. Analysiert von Kremers.
Nr. 2 = Asche der Kohle aus dem Waldenburger Revier in Niederschlesien. Analyse von Kremers.
Nr. 3 = Asche der Kohle aus dem Zwickauer Revier (Sachsen). Analyse von Kremers.
Nr. 4 = } Asche der Kohle von Dowlais (Süd-Wales). Analyse entnommen
Nr. 5 = } von Percys Metallurgie.

Braunkohlenasche enthielt nach F. Fischer:

	1	2	3
Kieselsäure	26,15	12,00	34,53
Tonerde	7,58	9,00	16,86
Eisenoxyd	9,97	56,21	14,53
Kalk	23,96	12,50	13,33
Magnesia	8,98	2,25	0,86
Alkalien	5,39	Spur	6,06
Schwefelsäure	15,38	7,50	13,40
Phosphorsäure	2,11	0,54	0,84
Zink	0,05	—	—
Kupfer	Spur	—	—
Mangan	Spur	—	—

Nr. 1 = Braunkohle von Trifail (nach Priwoznik).
Nr. 2 = Braunkohle der Minervagrube Herault (nach Baroulier).
Nr. 3 = Braunkohle von Dioszyòr, Ungarn.

Die Zusammensetzung der Kohlenasche hat auch auf den Wert der Kohle bisweilen einen gewissen Einfluss. Manche Aschen backen nämlich zusammen, sie verschlacken. Hierdurch wird der Rost der Feuerungsanlage verengt, der Luftzutritt verhindert und eine unvollkommene Verbrennung erzeugt. Die Schlackenbildung beruht hauptsächlich darauf, dass sich Eisenoxyd zu Eisenoxydul reduziert und sich dann mit den Silikaten zu einer leichtflüssigen Masse verbindet. Durch Mischen schlackender Kohlen mit anderen lässt sich dieser Übelstand beseitigen.

Von besonderem Interesse, z. T. auch von praktischer Bedeutung ist das Vorkommen seltener oder nutzbarer Stoffe in der Kohlenasche.

So enthält die Braunkohle von San Raphael in Argentinien nach J. Kyle[1]) in ihrer sehr geringen Aschenmenge 38,22 Prozent Vanadiumpentoxyd (V_2O_5).

[1]) Chem. News **66**, 211.

In der Asche der Lütticher Kohle hat A. Jorissen[1]) geringe Mengen von Molybdän nachgewiesen. Das Molybdän war als Sulfid in der Asche enthalten.

Die oberschlesische Steinkohle enthält nach Jensch[2]) gewöhnlich immer etwas Mangan, Zink, Blei und Kadmium. Die von Jensch ausgeführten Aschenanalysen zeigen von diesen Substanzen folgende Mengen:

	1	2	3	4	5	6
MnO	1,33	0,42	2,84	1,17	1,43	0,20
ZnO	0,26	0,37	1,12	0,09	0,55	0,86
PbO	0,021	0,069	0,058	0,037	0,082	0,056
CdO	0,008	0,001	0,003	0,005	0,004	0,002

Nr. 1 = Ungewaschene Würfelkohle vom Schmiederschacht bei Poremba.
Nr. 2 = Gewaschene Kohlen ebendaher aus der Kohlenwäsche der Friedenshütte.
Nr. 3 = Staubkohlen vom Schmiederschacht.
Nr. 4 = Staubkohlen der Wolfganggrube (Valentinschacht bei Ruda).
Nr. 5 = Staubkohlen vom Gotthardschacht der Paulusgrube bei Morgenroth.
Nr. 6 = Kleinkohlen vom Aschenbornschacht der Gottessegengrube bei Antonienhütte.

Auch die Aschen westfälischer Steinkohlen enthalten nach Platz[3]) bisweilen bis 0,5 Prozent Kupfer, Blei und Zink.

Viele Steinkohlen enthalten Phosphorsäure. Besonders bemerkenswert ist nach Frech[4]) der Phosphorreichtum der gasreichen Cannelkohle von Commentry in Frankreich. Bei der mikroskopischen Untersuchung von Dünnschliffen dieser Kohlen finden sich in derselben zahlreiche Sporen oder Pollenkörner. Der Phosphorgehalt solcher Pollenkörner übersteigt auch bei lebenden Farnen, Cykadeen und Lykopodien den Phosphorgehalt der zugehörigen Stämme und Blätter bei weitem. Es ist dieser Phosphorgehalt der Cannelkohle daher wohl in erster Linie auf eine reichliche Beimengung solcher Pflanzenteile zurückzuführen, worauf bereits A. Carnot[5]) hinwies.

Interessant ist das Vorkommen goldhaltiger Kohle. Ein solches Vorkommen findet man bei Cambria in Wyoming (Amerika)[6]). Der

[1]) Chem. Ind. 1887, 54.

[2]) Bulletin de la Soc. chimique de Belgique 1913, Vol. XXVII, S. 21—25.

[3]) Fischers Jahresb. 1887, 15; 1889, 12.

[4]) F. Frech, Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte. Stuttgart 1812, S. 4.

[5]) Compt. rend. 99, 154.

[6]) R. W. Stone, Coal near the Black Hills, Wyoming-South Dacota. U. St. Geol. Survey. Bull. 499. Washington 1912, S. 63.

Goldgehalt der Kohle schwankt hier zwischen 0 und 2 $ pro Tonne. Die Kohle selbst wurde in Cambria für 1,50 $ pro Tonne verkauft. Proben von 31 Koksladungen zeigten im Durchschnitt einen Goldgehalt von 2,46 $ pro Tonne und einen Silbergehalt von 0,28 $ pro Tonne[1]). Die Hütte in Deadwood, welche diesen Koks verbraucht, hat auf diese Weise ausser dem Golde ihrer Erze auch noch das Gold des Kokses gewonnen. Über die Verteilung des Goldes in der Kohle konnte nichts Näheres festgestellt werden. Die aschenreiche, versteinte Kohle führte im Flöz aber stets grössere Mengen von Gold als die aschenärmste Kohle. Es ist möglich, dass der Goldgehalt an Pyrite gebunden ist, die vor allem in den versteinten Partien auftreten. Die Kohle von Cambria wird überlagert von Sandstein. Dieser Sandstein enthält 2 $ Gold pro Tonne. Es ist daher wahrscheinlich, dass der Goldgehalt der Kohle diesem Sandstein entstammt und von hier aus in die Kohle sekundär eingewandert ist. Dieser Vorgang kann während der Ablagerung des Sandsteins, also direkt nach Ablagerung der Pflanzensubstanz, eingetreten sein.

Verwendung findet Kohlenasche bisweilen in der Landwirtschaft. Sie wird hier auf die Äcker ausgestreut, um den Boden aufzulockern. Als Düngmittel kommt sie wegen ihres geringen Gehaltes an Pflanzennährstoffen nicht in Betracht.

e) Gase.

Die in der Steinkohle eingeschlossenen Gase sind oft untersucht worden. Man erhält dieselben „durch Erwärmen der zu Nussgrösse zerkleinerten Kohlen in luftfreiem Wasser bei nur gelindem Sieden desselben".

Nach Versuchen von Chamberlin[2]) entwickelt Kohle unmittelbar nach der Zerkleinerung im Vakuum das 0,1 bis 0,4 fache ihres Volumens an Grubengas. Wurde die Kohle noch 6 Monate hindurch in dem evakuierten Gefässe gelassen, so betrug die entwickelte Gasmenge das 0,8 bis 1,4 fache Volumen der Kohle. In dem Gase fand Chamberlin ausser Methan etwas Kohlensäure (weniger als 10 Prozent) und sehr geringe Mengen Kohlenoxyd und ungesättigte Kohlenwasserstoffe. H. C. Porter und F. K. Ovitz[2]) bestätigten neuerdings die Ergebnisse Chamberlins. Als grösstes Volumen an brennbaren Gasen erhielten sie 16,9 Liter Methan aus 12,2 kg Kohle (von Benton, Ill.).

---

[1]) Berechnet zum Kurse von 20 $ per ounce bei Gold und 0,65 $ per ounce bei Silber.

[2]) Nach „Braunkohle" 1912. S. 311.



Der Hauptbestandteil der in Steinkohle eingeschlossenen Gase ist nach Muck Methan (CH_4), dann Stickstoff. In verwitternden Kohlen findet man bisweilen Aethan (C_2H_6) und höhere Kohlenwasserstoffe, während Methan hier zurücktritt. Gagat- und Cannelkohle enthalten nach W. Gibson[1]) aber auch in unverwittertem Zustande Aethan-Gas in ihren Poren.

Die in der Kohle eingeschlossene Kohlensäuremenge ist sehr schwankend. Sie steht gewöhnlich im umgekehrten Verhältnis zum Methan.

Im allgemeinen hängt die Menge und die Beschaffenheit der eingeschlossenen Gase viel von lokalen Verhältnissen ab, wie vom Druck, Temperatur usw. Auf alle diese Verhältnisse wird bei Besprechung der Kohlenlager näher eingegangen (S. 172).

f) Wassergehalt.

Der Wassergehalt der luft- oder staubtrockenen Kohle ist nach Muck abhängig von der Feuchtigkeit und von der Temperatur der umgebenden Luft. Bei verschiedenen Kohlen ist er aber unter sonst gleichen Bedingungen verschieden gross. Der Wassergehalt der Kohlen ist um so geringer, je weiter der Inkohlungsprozess vor sich gegangen ist. Bei an Wasserstoff und Sauerstoff reichen Kohlen ist er daher grösser als bei Anthraziten. Bei Braunkohlen kann der Wassergehalt über 20 Prozent betragen, bei Steinkohlen liegt er zwischen 2 und 7,5 Prozent. Da getrocknete Kohle hygroskopisch ist, d. h. die Fähigkeit besitzt, aus feuchter Luft wiederum Wasser aufzunehmen, so wird die Elementaranalyse an ungetrockneter Kohle vorgenommen, die Feuchtigkeit besonders bestimmt und später von dem gefundenen Analysenresultat abgezogen.

Die Hygroskopizität der Kohle ist wie der Wassergehalt ebenfalls vom geologischen Alter der Kohle abhängig. Geologisch junge Kohle ist stets hygroskopischer als geologisch ältere. Sehr unangenehm macht sich die geringe Hygroskopizität der Kohlen bemerkbar, wenn man zur Verhütung von Kohlenstaubexplosionen die Kohlenstösse mit Wasser besprengen muss. Das Wasser benetzt alsdann oft den Kohlenstaub gar nicht, sondern bleibt zu Kugeln geballt im Kohlenstaub liegen.

g) Der chemische Aufbau der Kohlen.

Über den chemischen Aufbau der Kohle herrschen im einzelnen noch recht unklare Vorstellungen.

[1]) W. Gibson, The geology of coal and coal-mining. London 1908. S. 14.

So äussert sich Baltzer[1]) in folgender Weise:

1. Die Kohlen sind Gemenge komplizierter Kohlenstoffverbindungen.

2. Diese Kohlenstoffverbindungen bilden eine genetische und vielleicht eine homologe Reihe.

3. Das Kohlenstoffgerüst dieser Verbindungen ist ein kompliziertes. Die einzige Analogie dafür bildet die aromatische Reihe der organischen Verbindungen. —

Jedenfalls haben wir es bei der Kohle mit einem Gemenge verschiedener Kohlenstoffverbindungen[2]) zu tun. Infolgedessen können zwei Kohlen, welche prozentual aus denselben Mengen Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff bestehen, ihrer Konstitution nach ganz verschieden sein und daher verschiedene chemische und physikalische Eigenschaften besitzen.

Als Beipiel dieser nicht ganz seltenen Erscheinung gibt Muck folgende Analyse:

	Koks-ausbeute	C %	H %	O+N %
I	71,63	85,434	5,216	9,350
II	67,89	85,379	5,230	9,390

I = Kohle der Zeche Pluto, Flötz Hannibal (Westfalen).
II = Kohle der Zeche Hannibal, Flötz Mathilde (Westfalen).

Beide Kohlen sind backende Gaskohlen. Ihre chemische Zusammensetzung ist also dieselbe, ihre Koksausbeute aber verschieden („Isomerie"). Auch äusserlich sind beide Kohlen verschieden. Die „Pluto"-kohle besteht aus feinen Streifen von Matt- und Glanzkohle, während die „Hannibal"kohle nur Glanzkohle ist.

Ein anderes Beispiel für diese Erscheinung führt Demanet an:

	C	H	O+N
Kohle von Ronchamps . . .	88,38	4,42	7,20
Kohle von Creuzot	88,48	4,41	7,11

[1]) Vierteljahrsschrift der Züricher Naturf. Ges. Vergl. auch Neues Jahrb. für Mineral. 1873. S. 326.

[2]) An der Zusammensetzung der Braunkohlen beteiligt sich nach Erdmann (Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907) Bitumen, Huminsäure und ein unlöslicher Rückstand. Als Braunkohlenbitumen bezeichnet man hierbei die in Benzol löslichen Bestandteile der Kohle, als Huminsäure die in Sodalösung löslichen Substanzen, die sich aus dieser dann wieder durch Säuren ausfällen lassen. Diese letzteren verleihen der Braunkohle ihre charakteristische braune Farbe.



Diese beiden, anscheinend gleichartig zusammengesetzten französischen Kohlen haben ebenfalls ganz verschiedene Eigenschaften.

Die Kohle von Ronchamps liefert 9117 Wärmeeinheiten, besitzt 81,00 Prozent festen Kohlenstoff und 19,00 Prozent an flüchtige Bestandteile gebundenen Kohlenstoff. Die Kohle von Creuzot dagegen liefert 9622 Wärmeeinheiten, besitzt 90,88 Prozent festen Kohlenstoff und 9,12 Prozent an flüchtige Bestandteile gebundenen Kohlenstoff.

Trotz dieser Beispiele haben aber im allgemeinen Kohlen von gleicher prozentualer Zusammensetzung auch gleiche Eigenschaften.

Auf die Kolloid-Natur der Kohlen hat in letzter Zeit vor allem H. Winter[1]) hingewiesen. Schon P. Ehrenberg[2]) hat in seiner Arbeit über „Bildung und Eigenschaften der Humussubstanzen" betont, dass man die Humussubstanzen als Kolloide betrachten könne, denn sie zeigen deutlich das Tyndallphänomen, d. h. die Fähigkeit, den Lichtstrahl zu zerstreuen und zu polarisieren. Ferner bilden sie auf Absorption beruhende Verbindungen, unterliegen der Kataphorese (d. h. der Bewegung der Kolloide vom positiven zum negativen Pol bei Durchleitung des galvanischen Stroms) und vermögen Schutzwirkungen auszuüben.

Da fast alle Bestandteile, welche die Pflanzen aufbauen, Kolloidnatur besitzen, so ist nach Winter der Gedanke nicht von der Hand zu weisen, dass auch die Kohle ein Kolloid ist, da sie ja aus Pflanzensubstanz entsteht.

Eine besondere Art von Kohlengestein bezeichnet man als Sapropelgestein. Zu ihnen gehört die Cannelkohle. Cannelkohle entsteht grösstenteils aus Faulschlamm (Sapropel). Dieser Faulschlamm ist eine kolloide Substanz. Er besteht vor allem aus Fett- und Eiweisskörpern niederer Lebewesen, mit welchen anorganische Kolloide vermischt sind, die als Aluminium-, Eisen- und Siliciumhydroxyd an jeder Schlammbildung beteiligt sind. Durch Wasserabgabe entsteht aus diesen Hydrogelen dann allmählich ein typisches Gel, das Sapropelgestein.

2. Das Verhalten der Kohle beim Erhitzen unter Luftabschluss und an offener Luft.

Im folgenden seien ganz kurz einige Mitteilungen gemacht über das Verhalten der Kohlen beim Erhitzen unter Luftabschluss und an offener Luft.

[1]) H. Winter, Die mikroskopische Untersuchung der Kohle im auffallenden Licht. „Glückauf" 1913. S. 1406 ff.

[2]) Chemiker-Zeitung 1910. S. 1157.



Beim **Erhitzen unter Luftabschluss** erleiden die Kohlen entweder keine Veränderung oder eine mehr oder weniger vollständige **Schmelzung**. Hierauf beruht die schon 1836 von Karsten aufgestellte Einteilung der Kohlen in Sand-, Sinter- und Backkohlen.

Die nach dem Erhitzen unter Luftabschluss zurückbleibende Kohlenmasse bezeichnet man als Koks. Die Menge dieses Kokses ist sehr verschieden, sogar bei denselben Kohlengattungen.

So liegt im Ruhrgebiete die **Koksausbeute** der gut backenden, d. h. wirklich noch zur Verkokung gelangenden und als Schmiedekohlen geschätzten Kohlen nach Muck zwischen 70 und 87 Prozent. Das Koksausbringen der Saarbrücker Fettkohlen schwankt nach Dannenberg zwischen 59,46 und 71,22 Prozent, das der Flammkohlen desselben Reviers zwischen 51,81 und 68,93 Prozent.

Gleichzeitig mit der Schmelzung der Kohlen findet meist eine **Aufblähung** statt. Es ist wahrscheinlich, daß der grösseren Koksausbeute auch die grössere Aufblähung parallel läuft. Bei schwächerem Erhitzen kann man ein Maximum der Aufblähung erreichen.

In der nebenstehenden Abbildung (Fig. 4) sind nach Muck Grösse der Koksrückstände und der Blähung für einige typische Kohlengattungen Westfalens wiedergegeben. Jede der dargestellten Proben bezeichnet das Verkokungsprodukt von je 1 g Kohle in natürlichen Grössen. Es sei noch bemerkt, dass nicht nur die Form der normalen Koksprobe und der Blähprobe verschieden ist, sondern auch die Farbe. Ist die Normalprobe silbergrau, so ist die Blähprobe stets mehr oder weniger schwarz.

Der **Grund**[1]) **für das Schmelzen** der einen und für das Nichtschmelzen einer anderen Kohle ist im allgemeinen unbekannt.

Um die Ursachen dieser Verschiedenheit zu erforschen, hat E. Donath[2]) eine Reihe von Versuchen mit rezentem Pflanzenmaterial ausgeführt. Die Versuche wurden in einem bedeckten Platintiegel analog Kokproben vorgenommen.

Reine Cellulose ergab beim Erhitzen unter Luftabschluss keinen zusammenhängenden Rückstand. Ebenso verhielt sich Korkfeile und gepulverte Stärke. Bei Holzfeile war der Rückstand schon etwas zu-

---

[1]) Man glaubte früher, dass die Verkokbarkeit von den Mengen des sogenannten „disponiblen" Wasserstoffes abhinge. Als „disponiblen" Wasserstoff bezeichnete man den Überschuss von Wasserstoff über den Sauerstoff in der Kohle.

[2]) E. Donath, Betrachtungen über das Backen und über die Bildung der Steinkohle. Österr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen. **50**, 15, 29, 46. — Referat in Zeitschr. f. angew. Chemie 1902. S. 490.



sammenhängender, bei eingetrocknetem Stärkekleister schon deutlich aufgebläht und besser zusammenhängend. In hohem Grade aber backten Eiweisskörper. Dieselben ergaben einen grauschwarzen, kompakten Rückstand, der am meisten an Koks erinnerte. Donath schliesst nun aus diesen Versuchen, dass der Gehalt der Steinkohlenflora an Proteïnsubstanzen (Eiweisskörper) kein unbeträchtlicher war, zumal Steinkohlen einen gewissen Stickstoffgehalt besitzen. Zudem sind die Destillationsprodukte der Steinkohlen hinsichtlich ihrer stickstoff- und schwefelhaltigen Derivate der Hauptsache nach den Produkten der

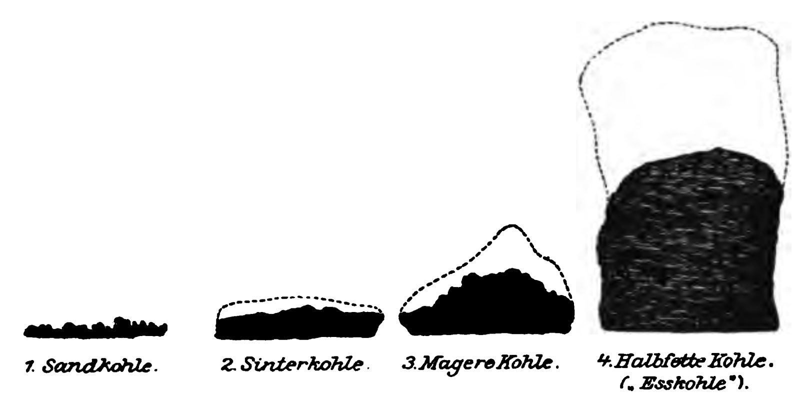


Fig. 4.

Formen westfälischer Koksrückstände (nach Muck). Die ausgezogenen Konturen gelten für die bei normaler, d. h. starker Erhitzung erhaltenen Kokskuchen (Normalprobe). Die punktierten Linien gelten für die bei schwachem Erhitzen gewonnenen Kokskuchen (Blähprobe). Jede einzelne Figur bezeichnet in natürlicher Grösse das Verkokungsprodukt von je 1 gr Kohle.

trockenen Destillation der Proteïnstoffe analog. Donath schliesst also daraus, dass der Grund der Verkokbarkeit vielleicht in einer solchen Beimengung von Proteïnsubstanz zu suchen sei.[1])

Über den Einfluss der mineralischen Bestandteile der Kohle auf den Grad des Backens und auf die Beschaffenheit des Kokses stellte Donath ebenfalls Versuche an. So verkokte er Rossitzer Glanzkohlen mit einem Zusatz von ca. 12 Prozent gefällter kohlensaurer Magnesia. Der erhaltene Koksrückstand dieser Mischung war dem Volumen nach doppelt so gross als der Koksrückstand von dem gleichen Quantum derselben Kohle allein. Man darf diese Erhöhung der

[1]) Donath weist ferner darauf hin, dass die Abbauprodukte der Hemicellulose, als auch die Spaltungsprodukte des Lignins, nämlich Gummi und Harz, beim Verkohlen in mehr oder weniger hohem Grade die Erscheinung des Backens zeigen.

Blähung wohl dem Einwirken der entweichenden Kohlensäure zuschreiben.

Wie auf die Masse, so haben auch auf Härte und Konsistenz des Kokses die begleitenden mineralischen Bestandteile einen gewissen Einfluss ausgeübt. Sie können in der Hitze des Koksofens ebenfalls schmelzen und hierbei neue Mineralien (z. B. Siliciumkarbid) bilden.

Seine auf Grund solcher Untersuchungen gewonnenen Anschauungen über das Backen der Kohlen fasst E. Donath folgendermassen kurz zusammen: Bei dem Backen der Steinkohle findet eine Schmelzung der gesamten Kohlensubstanz oder zumindest der Hauptmasse derselben statt. Hierbei wird die weiche oder flüssig gewordene Masse durch die gleichzeitig erfolgende Zersetzung der schmelzenden Körper und durch die Entwicklung von Gasen aufgetrieben. Mit dem Ärmerwerden der Masse an Sauerstoff und Wasserstoff nimmt die Schmelzbarkeit ab, bis endlich bei entsprechender Temperatur unschmelzbare, dem reinen Kohlenstoff sehr nahe stehende Substanzen entstehen.

Beim Erhitzen an offener Luft verbrennt die Kohle. Kohlenstoff und Wasserstoff der Kohle verbinden sich alsdann mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure und Wasser, welche als Gase entweichen. Zurück bleibt bei einer vollständigen Verbrennung der Kohle nur die Asche.

Beim Verbrennen der Kohle entsteht meist eine Flamme. Die Beschaffenheit dieser Flamme ist durchaus abhängig von der chemischen Zusammensetzung der verbrennenden Kohle. So brennen wasserstoffreiche Kohlen (z. B. „Gaskohlen") mit lang anhaltender und leuchtender Flamme. Sie geraten leicht in Brand und russen. Die wasserstoffärmeren Kohlen (z. B. „Schmiedekohlen") geraten schwieriger in Brand und geben eine kürzere, weniger leuchtende aber noch russende Flamme. Die wasserstoffärmsten Kohlen („Anthrazite") verbrennen schliesslich mit wenig leuchtender Flamme und mit keinem oder mit wenig Rauch.

Die Länge und Brenndauer der Flamme hängt bei jeder Verbrennung von der Menge der frei werdenden flüchtigen Bestandteile ab (weiteres s. S. 69).

3. Der Brennwert der Kohlen.

Das Brennvermögen der Kohle kann als die wichtigste Eigenschaft der Kohle bezeichnet werden. Hierauf beruht ja die vorwiegende Verwendung der Kohle zur Erzeugung von Wärme.

Als Einheit für eine Berechnung der bei einer Verbrennung frei werdenden Wärmemenge gebraucht man meist die (grosse) Kalorie.

Dieselbe bezeichnet diejenige Wärmemenge, welche nötig ist, um 1 kg Wasser (bei etwa 15°) um 1° Celsius zu erwärmen.

In England arbeitet man mit der dort üblichen Einheit „British Thermal Unit“. Es bezeichnet dieser Ausdruck eine Wärmemenge, welche ein Pfund Wasser um ein Grad Fahrenheit erwärmt.

Der Brennwert der Kohlen ist in erster Linie abhängig von der chemischen Zusammensetzung der Kohlen. Wärmegebend sind unter den Bestandteilen der Kohle der Kohlenstoff und der „disponible“ Wasserstoff, d. h. derjenige Wasserstoff, welcher übrig bleibt, wenn aller Sauerstoff im Gewichtsverhältnis $H : O = 1 : 8$, also mit Wasserstoff zu Wasser gebunden erscheint. Die Wärmebildung ist daher um so grösser, je mehr Kohlenstoff und Wasserstoff und je weniger Sauerstoff in der Kohle enthalten ist. Eine gewisse, aber sehr geringe Wärmemenge wird auch durch Verbrennung des Schwefels frei. Die anderen Bestandteile der Kohlen sind wärmebindend, namentlich das Wasser. Durch diese Bestandteile wird also der Brennwert der Kohlen hinabgesetzt.

Entsprechend dieser Abhängigkeit des Brennwertes vom chemischen Aufbau der Kohlen ist der Wärmeeffekt von Torf und Braunkohle geringer als von Steinkohle.

Aus demselben Grunde nimmt auch die Heizkraft der Steinkohlen im allgemeinen mit Abnahme der gasförmigen Bestandteile zu. Sie schwankt zwischen 8000 Wärmeeinheiten bei Gaskohlen und 9600 Wärmeeinheiten bei Magerkohlen.

Bezeichnung der Kohle	Koks %	Flüchtige Bestandteile %	Kalorien	C %	H %	O + N %
Langflammige Gaskohle . (H. sèches à l. fl.)	55—60	45—40	8000—8500	75—80	5,5—4,5	19,5—15,5
Langflammige Fettkohle . (H. grasses à l. fl.)	60—68	42—32	8500—8800	80—85	5,8—5,0	14,2—10,0
Eigentliche Fettkohle . . (H. grasses propr. d.)	68—74	32—26	8800—9300	84—89	5,0—5,5	11,0—5,5
Kurzflammige Fettkohle . (H. grasses à c. fl.)	74—82	26—18	9300—9600	88—91	5,5—4,5	6,5—4,5
Anthrazitische Magerkohle (H. maigres a.)	82—90	18—10	9200—9500	90—93	4,5—4,0	5,5—3,0
Anthrazit	90—92	10—8	9000—9200	93—95	4,0—2,0	3,0—2,0

Über Schwankungen im Heizwert der Steinkohlen gibt die vorstehende Tabelle Auskunft, welche von Gruner und Bousquet für fanzösische Kohlen aufgestellt[1]) wurde. Die Angaben beziehen sich auf reine Kohle, bei welcher Feuchtigkeit, Schwefel- und Aschengehalt vom Analysenresultate abgezogen wurden.

Der Steinkohle gegenüber ist der Heizwert der deutschen Braunkohle[2]) im allgemeinen um das $2^1/_2$ bis 3fache geringer.

Für den Heizwert verschiedener Braunkohlen finden wir folgende Zahlen angegeben:

Erdige Braunkohle und Lignite Sachsens	2000—3200	W. E.
Briketts	4500—5300	„
Braunkohle der Niederlausitz	1800—2500	„
Gewöhnliche böhmische Braunkohle . .	4000—5600	„
Beste böhmische Braunkohle	5500—7200	„

Den Brennwert der Kohlen kann man theoretisch aus der chemischen Analyse und direkt durch kalorimetrische Untersuchungen bestimmen. Die Methoden dieser Bestimmungen findet man in dem unten citierten Werke von Schwackhöfer[3]) näher angeführt. Der kalorimetrischen Untersuchung ist in allen Fällen der Vorzug zu geben.

Da der Wert der Kohlen als Heizmaterial fast ausschliesslich durch die bei der Verbrennung derselben frei werdende Wärmemenge bedingt wird, so hat man in neuerer Zeit versucht die Wärmeeinheit auch als Basis für eine Preisberechnung der Kohlen einzuführen[4]). Auf diese Bestrebungen sei hier nicht näher eingegangen.

Von Interesse dürfte es sein, anhangsweise auch eine Zusammenstellung der Heizwerte verschiedener Brennstoffe und ihrer Preise wiederzugeben.

Die betreffenden Angaben sind dem Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau entnommen (S. 37):

	Petroleum	Roherdöl	Benzin	Steinkohle	Braunkohle	Holz
Heizwerte in W. E. für 1 kg	10500	10000	11000	6500	3000	289
Preis in Pfennigen für 1 kg	25	11	28	2,5	0,7	2,6
Preis von 1000 W. E.	2,37	1,1	2,55	0,39	0,23	0,93
Für 1 Pfg. wurden W. E. erhalten . .	425	990	395	2570	4350	1080

[1]) J. Cornet, La Formation des Charbons et des Pétroles. Mons. 1913. S. 7.

[2]) Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 36.

[3]) Fr. Schwackhöfer, Die Kohlen Österreich-Ungarns, Preussisch-Schlesiens und Russisch-Polens. III. Aufl. von A. Cluss und J. Schmidt. Wien 1913.

[4]) W. Hans, Rationeller Kohleneinkauf. Freiberg, Sa. 1913.



4. Die Verwitterung der Kohlen.

Beim Ausstrich eines Kohlenflözes oder beim Lagern an der Luft erleiden Kohlen einige Veränderungen, welche man als „Verwitterung" der Kohlen bezeichnet. Diese Veränderungen erfolgen unter dem Einfluss der Atmosphärilien, besonders durch den Sauerstoff der Luft. Der hierbei vor sich gehende Prozess ist in der Hauptsache eine Oxydation d. h. eine langsame Verbrennung der Kohle.

Auf die Verwitterung der Kohle im Ausstrich der Kohlenlager wird an anderer Stelle noch näher eingegangen. Von weit grösserer Bedeutung ist für die Praxis die Verwitterung der geförderten Kohle. Dieselbe lagert häufig längere Zeit an der Luft und verändert sich alsdann in chemischer und physikalischer Beziehung. Die Kohle verliert durch solches Lagern an Heizbarkeit, Backfähigkeit, Verkokbarkeit und Vergasungsmenge. Zudem zerfällt die Kohle beim Lagern an der Luft, so dass eine ursprünglich stückreiche Kohle schliesslich beim Verladen nur noch Gries und Staub ergibt. Der Wert der Kohle wird hierdurch ebenfalls herabgedrückt.

Alle diese Verwitterungsvorgänge einer lagernden Kohle fasst Muck in folgenden Sätzen zusammen:

1. Die Verwitterung ist die Folge einer Aufnahme von Sauerstoff, welcher einen Teil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs der Steinkohlen zu Kohlensäure und Wasser oxydiert, andernteils direkt in die Zusammensetzung der Kohle eintritt.

2. Der Verwitterungsprozess beginnt mit einer Absorption von Sauerstoff. Erwärmen sich infolge dieses oder eines anderen Vorganges die Kohlen während der Lagerung, so tritt nach Massgabe der Temperaturerhöhung eine mehr oder weniger energische chemische Reaktion des Sauerstoffs auf die verbrennliche Substanz der Kohlen ein, andernfalls verläuft der Oxydations- (Verwitterungs-)Prozess so langsam, dass sich in der Mehrzahl der Fälle die innerhalb Jahresfrist eintretenden Veränderungen technisch wie analytisch kaum mit Sicherheit feststellen lassen.

3. Die Feuchtigkeit als solche hat direkt keinen begünstigenden Einfluss auf die Verwitterung. Gegenteilige Beobachtungen werden sich immer auf den Umstand zurückführen lassen, dass manche, besonders an leicht zersetzbarem Schwefelkies reiche, oder in Berührung mit Wasser bald zerfallende Kohlen sich unter gleichen Verhältnissen im feuchten Zustande ausnahmsweise rascher erhitzen als im trocknen.



4. Solange die Temperaturerhöhung gewisse Grenzen (170—190°) nicht übersteigt, treten bei der Verwitterung bemerkenswerte Gewichtsverluste nicht ein; das Verhalten der Kohle zum Sauerstoff lässt vielmehr geringe Gewichtszunahmen annehmbar erscheinen.

5. Für die Erklärung der Abnahme des Brennwertes, des Verkokungswertes (bezüglich der Quantität), der Backfähigkeit und des Vergasungswertes, welche die Kohlen durch die Verwitterung erleiden, bedarf es nicht der von mehreren Seiten unterstellten Annahme einer „neuen Gruppierung der Atome". Vielmehr erklären sich die angedeuteten Verschlechterungen hinreichend aus der absoluten und relativen Abnahme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs und der absoluten Zunahme des Sauerstoffs, die infolge der Verwitterung eintritt.

In neuerer Zeit haben Parr und Hamilton[1]) Versuche über die Verwitterung der Kohle, speziell über ihren Verlust an Heizwert angestellt. Dieselben verwandten zu ihren Versuchen Kohle in Nussgrösse. Die betreffende Kohle kam ganz frisch aus der Grube. Die beiden Forscher liessen die Kohle eine gewisse Zeit unter verschiedenen Bedingungen lagern und untersuchten sie dann. Die ganzen Versuche dauerten neun Monate und hatten folgenden Plan:

1. Lagerung der Kohle an freier Luft.
2. Lagerung der Kohle in trockener, etwas erwärmter Atmosphäre (85°—120° Fahr.).
3. Lagerung wie unter 2., nur wurde die Kohle zwei bis dreimal in der Woche mit Wasser bespritzt.
4. Lagerung unter gewöhnlichem Wasser bei ungefähr 70°.

Als Resultat dieser Untersuchungen wird angegeben (Fig. 5):

1. Unter Wasser aufbewahrte Kohle verliert nicht viel von ihrem Heizwert.

2. An der Luft lagernde Kohle verliert 2—10 Prozent von ihrem Heizwert.

3. Trockenes Aufbewahren von Kohle ergibt ziemlich dasselbe Resultat wie Aufbewahren der Kohle an freier Luft. Nur für sehr schwefelhaltige Kohle ist trockenes Lagern günstiger.

4. Nach einer Dauer von fünf Monaten ist ein Stillstand im Verlust an Heizwert eingetreten. Zwischen dem siebenten und neunten Monat hat sich die Kohle beim Lagern nicht mehr verändert. —

---

[1]) S. W. Parr and N. D. Hamilton, The Weathering of Coal. Economic Geology. II. 1907. S. 693.



Braunkohle verändert sich auch äusserlich durch Verwitterung. Sie dunkelt beim Lagern an der Luft nach. Sie wird hierbei dunkelbraun bis braunschwarz.

Durch Verwitterung nimmt auch bei Braunkohle der Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt ab, während der Gehalt an Sauerstoff und Asche zunimmt.

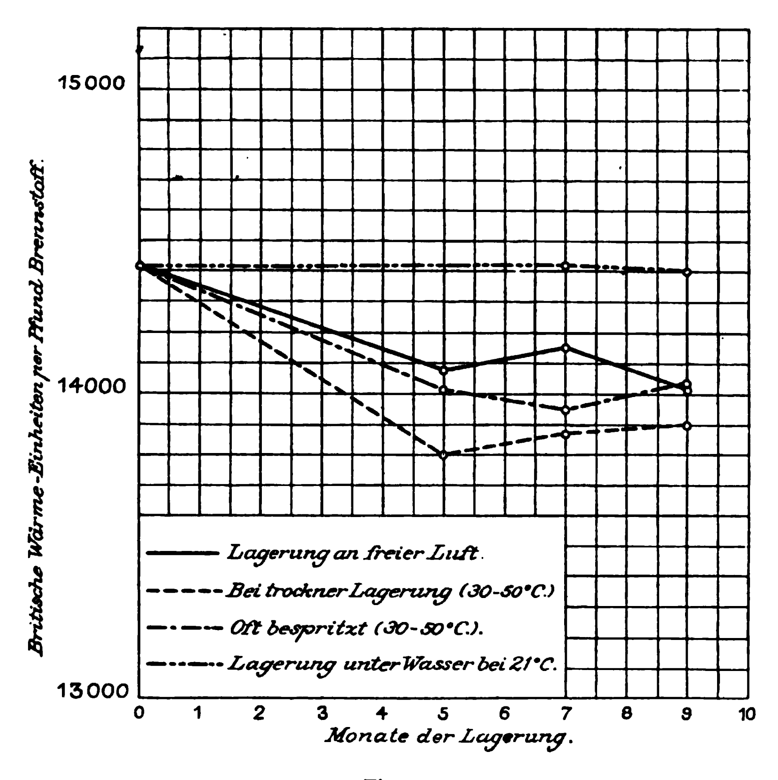


Fig. 5.

Diagramm zur Veranschaulichung des Brennwertverlustes der „Oakwood Nut and Slack“ Kohle bei Verwitterung unter verschiedenen Bedingungen (nach Parr und Hamilton).

Über Veränderungen, welche ein Haufen erdiger Braunkohle innerhalb 5 Jahren erlitten hat, gibt uns eine Analysenzusammenstellung von Bischof[1]) Auskunft. Es handelt sich hierbei um erdige Braunkohle von Zscherben.

[1]) Zeitschrift für Paraffin-, Mineralöl- und Braunkohlenindustrie. 1877. S. 65.

	Die frische Kohle enthielt	Die fünf Jahre gelagerte Kohle enthielt		
		Unterste Schicht	Oberste Schicht	Mittlere Schicht
C	58,94	55,85	55,61	52,65
H	5,70	5,02	4,96	4,78
O	22,60	23,95	24,08	24,75
Asche	12,76	15,18	15,35	17,82

Als Verwitterungserscheinung sei schliesslich auch noch erwähnt, dass manche Braunkohlen beim Lagern an der Luft einen bläulich metallischen Glanz erhalten, der an der Aussenfläche und auf Sprüngen in der Kohle auftritt. Diese mit solchen Anlauffarben versehene Kohle bezeichnet man z. B. bei Moys[1]) unweit Görlitz als „Wetterkohle".

5. Die Selbstentzündung der Kohlen.

Von den Vorgängen der Kohlenverwitterung sind nicht sehr verschieden die Vorgänge bei der Selbstentzündung der Kohlen. In beiden Fällen findet Sauerstoffabsorption und Oxydation statt. Verlaufen diese beiden Erscheinungen sehr rasch, so tritt eine beträchtliche Temperaturerhöhung und damit schliesslich eine Selbstentzündung der Kohle ein.

Vielfach wird die Ursache der Selbstentzündung der Kohle in der Beimengung des Schwefelkieses vermutet. Die Oxydation eines Schwefelkieses ist von Wärmeentwicklung begleitet. So haben W. Parr und W. Kressmann[2]) durch Versuche festgestellt, dass trockene und nasse Kohle mit etwa 1,7 Prozent Schwefelkiesgehalt sich um etwa 45° erwärmt, während dieselbe Kohle mit 3 Prozent Schwefelkies im trockenen Zustande eine Temperaturerhöhung um 68° C., im nassen Zustande sogar um 114° C. erfährt.

Da die am meisten zur Selbstentzündung neigenden Kohlen aber nicht immer die schwefelkiesreichsten sind, so muss man die Selbstentzündung der Kohle auf andere Ursachen zurückführen, vor allem auf die Sauerstoffabsorption. So hat bereits Saussure darauf hingewiesen, dass feingepulverte Holzkohle das Neunfache ihres Volumens

---

[1]) Eigene Beobachtung. Siehe auch K. Priemel, Die Braunkohlenformation des Hügellandes der preuss. Oberlausitz. Zeitschr. f. B. H. und S. W. im preuss. St. Bd. 55. Berlin 1907.

[2]) University of Illinois Bulletin No. 46. Referat in „Braunkohle" 1912. S. 510.



an Sauerstoff absorbiert. Hierbei erhitzt sie sich bis zur Entzündung (400—600°). Nach Richter vermag Steinkohle in drei Tagen das Dreifache ihres Volumens an Sauerstoff zu absorbieren und sich hierbei auf nahezu 100° zu erhitzen.

Man hat ferner festgestellt, dass eine an flüchtigen Bestandteilen reiche Kohle sich im allgemeinen schneller erhitzt als eine magere. Ebenso ist Kohle umso leichter entzündlich, je feiner sie ist.

Erwähnt sei auch noch, dass die Neigung vieler Steinkohlen zur Selbstentzündung von manchen Chemikern[1]) bisweilen auch auf die Gegenwart gewisser ungesättigter Kohlenstoff-Verbindungen zurückgeführt wird, welche als ungesättigte Verbindungen besonders begierig Sauerstoff aufnehmen[2]). — Auf eine Besprechung der durch Selbstentzündung hervorgerufenen Flözbrände wird bei Besprechung der Kohlenlager noch einmal eingegangen. —

Selbstentzündung von Kohle findet nicht nur in Grubenbauen und in Kohlenlagern statt, sondern auch auf Kohlenhalden, wo taubes Gesteinsmaterial mit kohlehaltigem Gesteinsmaterial aufgeschüttet ist.

Die schlechte Wärmeleitung des auf den Halden mit aufgeschütteten tauben Gesteines verhindert hierbei die Abgabe der Wärme, welche sich durch die Oxydation der Kohle bildet. Hierdurch erhöht sich die Temperatur der Halde immer mehr, was schliesslich zur Selbstentzündung der Kohle führen kann. Die Anlage von Kohlenhalden muß ihrer Brandgefahr wegen daher stets dort erfolgen, wo ein etwaiger Haldenbrand den geringsten Schaden anrichtet.

Den Haldenbrand kann man übrigens meist nur schwer löschen. Durch Rauch und Qualm wirken diese Haldenbrände sehr störend. Im Innern der Halden sammeln sich bei solchen Bränden mitunter auch Gase an, welche sich später entzünden und bei der dadurch eintretenden Explosion Gesteinsstücke emporschleudern. Das Volumen der Halde selbst wird durch einen Brand verringert. Es ist dieses letztere wohl die einzige angenehme Begleiterscheinung der Haldenbrände. —

---

[1]) F. Fischer, Zeitschr. f. angew. Chemie 1899. 12. 564, 764, 787; Dennstedt und Bünz, Zeitschr. f. angew. Chemie 1908. 21. 1825.

[2]) In der Praxis beugt man einer Selbstentzündung aufgestapelter Kohle am besten vor durch eine dichte Schüttung der Kohle, damit möglichst wenig Sauerstoff an die Kohle herantritt. Andeıseits errichtet man Zugkanäle durch den Kohlenhaufen, damit für eine fortwährende Abkühlung gesorgt ist. Besondere Vorsichtsmassregeln werden auf Schiffen getroffen.



Bekannt ist es, dass abgesehen von Kohle sich auch andere organische Substanzen öfter von selbst entzünden. Da die hierbei sich abspielenden Vorgänge für eine Erklärung der Inkohlung und vor allem der Selbstentzündung der Kohle manches Beachtenswerte liefern, so sei über dieselben einiges[1]) mitgeteilt.

Selbstentzündung organischer Substanzen wird am häufigsten beim Heu beobachtet. In grossen Heuhaufen tritt oft eine von Landwirten meist sogar erwünschte Gärung ein, die zur Wasserdampfbildung und zum Auftreten von Geruch Veranlassung gibt. Das Vieh frisst ein derartiges Material ausserordentlich gern. Eine gewisse Temperatur darf im Innern des Haufens nicht überschritten werden, weil sonst die Nährstoffe in ihrem Werte leiden. Steigt die Temperatur weiter, dann entwickeln sich reichlicher Wasserdämpfe, der Geruch wird stärker, der Haufen ändert seine Gestalt und sinkt allmählich zusammen bis auf die Hälfte, ja bis auf ein Viertel seiner ursprünglichen Höhe. Dieser Vorgang kann ohne Feuererscheinung verlaufen, wenn nach beendeter Reaktion Abkühlung eintritt. Ist letztere vollständig eingetreten, dann findet man in dem Haufen alle Übergänge von der unveränderten Pflanzensubstanz aussen bis zur reinen festgebackenen Kohle im Innern. In der Absicht, den Ausbruch eines Feuers zu vermeiden, hat man zuweilen solche stark dampfenden Haufen auseinander gerissen. Hierdurch wurde aber das gerade Gegenteil erreicht, denn die hinzutretende Luft setzte das Material in Flammen.

Seltener als bei Heu sind die Fälle von Selbsterwärmung und Selbstentzündung bei Getreide, Mehl und Kleie, häufiger bei geölten Stoffen.

Miehe[2]) denkt sich diesen Vorgang der Selbsterhitzung von Heu in etwa folgender Weise: Durch Temperaturerhöhung infolge Oxydation findet eine trockene Destillation des Heues statt, wodurch das Heu immer kohlenähnlicher wird. Da jede Zelle in der entstehenden Kohle erhalten bleibt, so ist das Ganze fein porös. Der Sauerstoff verdichtet sich auf der Substanz (Katalysator) und erhält dadurch die Fähigkeit, möglichst starke Oxydationen auszuführen. Hierdurch wird alsdann eine weitere Destillation und schliesslich auch eine Selbstentzündung hervorgerufen.

---

[1]) J. F. Hoffmann, Zur Theorie der Steinkohlenbildung. Zeitschr. f. angew. Chemie 1902. S. 821.

[2]) H. Potonié, Die recenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Abh. d. kgl. preuss. geol. L.-A. Heft 55. B. I. S. 7. Berlin 1908.



6. Spezifisches Gewicht, Farbe, Strich, Verhalten gegen X-Strahlen.

Das spezifische Gewicht der abbauwürdigen Steinkohle schwankt meist zwischen 1,16 und 1,60, je nach dem Aschengehalt und der Kohlenart.

Mit zunehmendem Aschengehalt nimmt das Gewicht der Kohle schnell zu. In der Grube werden daher abbauwürdige Kohlen und unabbauwürdige versteinte Kohlen schon durch ihr Gewicht von jedem Arbeiter unterschieden.

Als eine sehr aschenreiche und daher sehr schwere Kohle sei die Kohle des Döhlener Beckens (Sachsen) genannt. Dieselbe enthält 16 bis 30 Prozent Asche und wird trotzdem abgebaut. Die verschiedenen Sorten dieser Kohle haben nach H. B. Geinitz folgende spezifischen Gewichte:

Schieferkohle	1,2—1,4
Kohlenschiefer	1,4—1,7
Brandschiefer	1,7—2,2.

Im allgemeinen ist das spezifische Gewicht einer reinen Kohle um so geringer, je weniger Kohlenstoff die Kohle enthält. Die folgende Tabelle, welche dies an Durchschnittszahlen zeigt, ist dem Buche von Demanet entnommen.

Bezeichnung des Brennstoffes	C %	Spez. Gewicht
Anthrazit	94	1,46—1,34
Magerkohle } Steinkohle .	91	1,33—1,26
Fettkohle } Steinkohle .	89	
Flammkohle } Steinkohle .	78	
Braunkohle	64	1,25—1,10
Torf	59	1,05
Holz	50	1,00—0,70

Der Strich, welchen Kohlen auf einer weissen rauhen Fläche hinterlassen, ist hellbraun bis schwarz. Er ist im allgemeinen um so schwärzer, je kohlenstoffreicher die Kohle ist. Braunkohle gibt daher einen braunen Strich, Steinkohle einen schwarzen. Die kohlenstoffarmen palaeozoischen Sapropelkohlen geben auch einen braunen Strich.

Die schwarze Farbe der Steinkohlen ist nach E. Donath[1]) nicht auf elementaren Kohlenstoff zurückzuführen. Sie ist vielmehr gewissen C-, H- und O-haltigen Verbindungen zuzuschreiben, worauf früher schon Luzi[2]) hinwies. Die braune Farbe der Braunkohlen dürfte durch Huminsäuren veranlasst sein.

F. C. Garrett[3]) und R. C. Burton haben in neuerer Zeit auch die Wirkung der X-Strahlen auf Kohle untersucht. Sie haben hierbei festgestellt, dass in der Kohle eingeschlossene Mineral-Substanzen durch eine Bestrahlung mit X-Strahlen sehr deutlich sichtbar gemacht werden können. Die verschiedenen Kohlenarten zeigen bei dieser Untersuchung ein verschiedenes Verhalten.

C. Die Entstehung der Kohle.

I. Ältere Ansichten über die Entstehung der Kohle.

Über die Entstehung der Kohlen sind wohl schon alle überhaupt nur denkbaren Ansichten geäussert und verteidigt worden. Auf alle dieselben kann natürlich im folgenden nicht näher eingegangen werden. Es seien daher gleichsam als Beispiel nur einige wenige dieser älteren Ansichten hier angeführt.

So erklärte Agricola 1544 die Steinkohle für verdichtetes Erdöl. Dieselbe Ansicht verteidigten später Webster und Boutigny.

Naturwissenschaftler des 16. und 17. Jahrhunderts hielten die Kohle für Produkte oder Reste unterirdischer Pflanzenembryonen.

Bereits im Jahre 1592 nahm Balthasar Klein die Entstehung der Stein- und Braunkohlen aus Holz an. Auch in den späteren Jahren ist alsdann die jetzt herrschende Ansicht, dass in den Kohlenlagern

---

[1]) E. Donath, Die fossilen Kohlen. Österr. Zeitschr. f. B. und H. W. 1907. S. 131.

[2]) Berg- und Hüttenm.-Ztg. 1893, 1896.

[3]) Transactions of the Institution of Mining Engineers. Vol. XLIII. S. 295 bis 303. Angeführt nach The Journal of the Iron and Steel Institute. Vol. LXXXVI. London 1912.



Zersetzungsprodukte früherer Pflanzen vorliegen, öfter verteidigt worden, so von Scheuchzer (1709), von Beroldingen (1778), de Luc (1778) u. a.

Ein Anonymus[1]) erklärte gegen Ende des 18. Jahrhunderts die Steinkohlen für Umwandlungsprodukte vulkanischer Auswürfe. Er hielt infolgedessen auch eine spätere Umwandlung der jetzigen Laven in Steinkohlen für wahrscheinlich.

Der englische Mineraloge Kirwan[2]) dachte sich die Steinkohlen durch Verwitterung und Zersetzung des Urgebirges entstanden.

Nep. von Fuchs[3]) führte die Kohlen nicht auf Organismen, sondern auf überflüssige Kohlensäure zurück.

A. Wagner[4]) erklärte die Spuren von Organismen in der Steinkohle für rein zufällige Bildungen, welche die pflanzliche Abstammung der Kohle absolut nicht bewiesen.

Diese wenigen Mitteilungen dürften als Beleg für die große Fülle verschiedener Ansichten genügen, die man über die Entstehung der Kohlen aufgestellt hat.

Aber auch heute noch werden von Dilettanten oft die unbegreiflichsten Meinungen verfochten. So kamen F. Rigaud (1894) und Lenigne (1903) zu dem Schlusse, dass die Steinkohle durchaus keinen organischen Ursprung habe, und noch 1909 behauptete ein anderer Autor (A. T. Fraser), dass die Kohle vulkanischer Herkunft sei.

2. Die jetzt herrschende Ansicht über die Entstehung der Kohle.

a) Die Pflanzensubstanz als Ursprungsmaterial der Kohle.

Nach der jetzt herrschenden Ansicht besteht die Kohle in der Hauptsache aus zersetzter Pflanzensubstanz. Es muss diese Ansicht als ein ziemlich sicheres Resultat der bisherigen Kohlenforschung angesehen werden.

---

[1]) Beschreibung der ältesten Veränderungen des Erdkörpers, wie auch der Entstehung der Steinkohlen und des Basaltes durch Vulkane. Leipzig 1796.

[2]) Kirwan, Elements of Mineralogy, 2. ed. 1794—96. Deutsche Übersetzung von L. v. Crell, Bd. 3. S. 311.

[3]) Fuchs, Über die Theorie der Erde, 1837—40.

[4]) Münchner gelehrte Anzeigen 1837, Bd. 5. S. 236 und A. Wagner, Geschichte der Urwelt.



J. J. Scheuchzer hat wohl zuerst (erste Hälfte des 18. Jahrhunderts) auf die Pflanzenreste hingewiesen, welche in der Kohle enthalten sind. Er hat hierbei gleichzeitig betont, daß diese Pflanzenreste für einen pflanzlichen Ursprung der gesamten Kohle sprechen.

Den ersten wissenschaftlichen Nachweis für diese Ansicht erbrachten aber erst W. Hutton (1833) und H. Fr. Link (1838). Durch mikroskopische Untersuchungen stellten sie fest, dass in der Kohle zahlreiche Pflanzenreste enthalten sind, die man auch schon mikroskopisch teilweise erkennen kann. Zudem fanden sie in der Kohle oft echt verkohlte Pflanzenteile, wie Holzkohle, in welchen unter dem Mikroskope ohne weiteres die einzelnen Pflanzenzellen ebenso

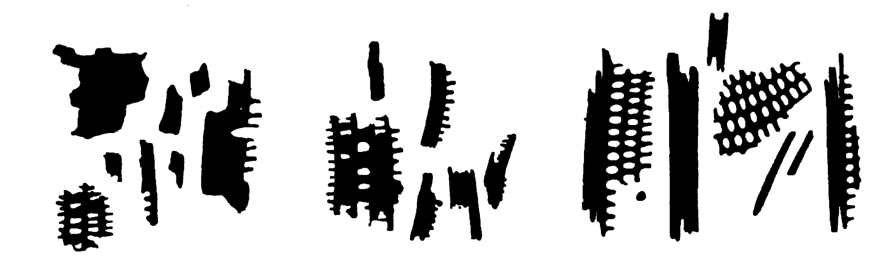


Fig. 6.
Mikroskopische Ansicht von Holzresten aus oberschlesischer Steinkohle (nach Link).

deutlich wie in Präparaten rezenter Holzkohle zu erkennen waren. Ferner wiesen sie darauf hin, daß in den hangenden Gesteinsschichten der Kohlenflöze sich oft Blätter und sonstige Pflanzenteile wie in einem Herbarium ausgebreitet vorfinden.

Die Arbeiten von Link wurden später durch v. Gümbel und durch zahlreiche andere Forscher von neuem bestätigt, so dass heute alle Geologen und Fachleute den Pflanzenursprung der Kohle als einen sicheren Bestandteil der Wissenschaft ansehen.

Landpflanzen oder Meerespflanzen?

Eine grössere Meinungsverschiedenheit trat in der auf die Veröffentlichung der Arbeiten von Link folgenden Zeit nur über die Art der Pflanzen zutage, welche sich an dem Aufbau der Kohlenflöze beteiligen.

Es handelte sich hierbei vor allem um die Frage, ob Landpflanzen oder Meerespflanzen am Aufbau der Kohlenlager beteiligt

sind. Diese letztere Ansicht konnte vor allem dadurch aufkommen, dass man heute an Meeresküsten öfters grosse Anhäufungen von Algen findet, und dass auf dem Meere bisweilen ganze Inseln von Algen treibend angetroffen werden (Sargassomeere). Zudem ist die Kohle ein Sedimentgestein, welches bisweilen nachweislich auch direkt von marinen Schichten überlagert wird.

Eine grosse Stütze hat diese Algentheorie zudem dadurch erfahren, dass tatsächlich ein kleines Kohlenflöz bekannt ist, das sich aus solchen Algenresten aufbaut. Es ist dies das kleine Kohlenlager von Neunkirchen in der Eifel. Dasselbe ist devonischen Ursprungs und führt in seinen hangenden Schichten sehr viel Haliserites Dechenianus, ein Fossil, das man als Tang anspricht. Irgend eine praktische Bedeutung hat dieses ganz kleine und nur lokal auftretende Kohlenflözchen indessen nie erlangt.

Alle diese Beobachtungen stützten die Algentheorie. Einer ihrer grössten Verteidiger war Muck[1]). Diese damals viel umstrittene Frage, ob Landpflanzen oder Meerespflanzen unsere grossen Kohlenflöze in der Hauptsache zusammensetzen, darf aber heute ebenfalls als gelöst und erledigt betrachtet werden.

So hat sich durch Untersuchungen zunächst ergeben, dass die auf dem Meere herumtreibenden grossen Tangmassen nach ihrem Absterben den Meeresgrund im allgemeinen nicht erreichen. Tieflotungen haben bisher nie solche Tange zutage gefördert. Ferner spricht gegen eine derartige Tangtheorie auch die Armut der meisten Kohlenflöze an beigemischtem anorganischem Sedimentmaterial, sowie das Fehlen von nachweisbaren Meerespflanzen und Meerestieren in fast allen Kohlen.

Den wichtigsten Beweis gegen eine Entstehung der grossen Kohlenablagerungen aus Meeresalgen erbrachten aber die Palaeobotaniker. Deren Untersuchungen haben einwandfrei ergeben, dass die in der Kohle nachweisbaren Pflanzenreste fast immer Landpflanzen sind, denen sich nur untergeordnet einige Süsswasserpflanzen beigesellen, während Meerespflanzen vollkommen fehlen.

Dieser Nachweis lässt sich nicht nur mit blossem Auge durch Bestimmen der oft vortrefflich erhaltenen Pflanzenteile im Hangenden und Liegenden der Kohle erbringen, sondern auch durch eine mikroskopische Untersuchung der kompakten Kohle selbst. Auf die Präpariermethoden solcher Kohlenproben und auf deren Resultate ist bei Besprechung der Mikrostruktur der Kohlen näher eingegangen (S. 60).

---

[1]) Muck, Grundzüge und Ziele der Steinkohlen-Chemie. Bonn 1881.

Von Bedeutung für die Entscheidung dieser phytologischen Fragen ist auch das gelegentliche Auffinden von Pflanzen führenden Dolomitknollen in Kohlenlagern. Die in diesen Knollen („Torfdolomit") enthaltenen Pflanzenreste sind nämlich alle noch unzerdrückt. Sie besitzen noch ungefähr dieselbe Lage, die sie kurz nach ihrer Ablagerung einnahmen. Im übrigen haben die Pflanzenreste der Torfdolomite, soweit sie nicht echt versteint sind, auch den Inkohlungsprozess mit durchgemacht. Sie bestehen daher wie die sie einbettende Steinkohle aus Steinkohlensubstanz.

Untersuchen wir die in diesen Dolomitknollen besonders gut enthaltenen Pflanzenreste genauer, so finden wir, dass nur Landpflanzen, jedenfalls keine Meerespflanzen, unter ihnen vertreten sind. Es ist diese Tatsache umso beachtenswerter, weil Meeresablagerungen mit marinen Fossilien diese Flöze stets direkt überlagern.

Aus allen diesen Mitteilungen dürfte zur Genüge hervorgehen, dass sich Meeresalgen oder sonstige marine Pflanzen am Aufbau der meisten unserer Kohlenlager nachweislich nicht beteiligen. —

Anders verhält es sich aber mit der Beteiligung niedriger Süsswasserpflanzen.

Wie wir in einem späteren Kapitel über die Entstehung der Kohlenflöze näher ausführen werden, sind die meisten der jetzigen Kohlenablagerungen aus Pflanzen entstanden, die am Orte der jetzigen Ablagerung auch gewachsen sind. Man hat die Stätte solcher Pflanzenablagerungen sehr treffend mit heutigen Flachmooren verglichen, in welchen sich Pflanzensubstanz vor unseren Augen heute noch anhäuft. Diese Moore enthalten aber fast überall grössere und kleinere Seen und Wassertümpel, in welchen Wassergewächse und andere Wasserorganismen leben. Nach ihrem Absterben häufen die Reste dieser Wasserorganismen sich auf dem Boden der Seen und Wassertümpel an und können hier im Torfe ein Sediment bilden, welches ebenfalls organischer Entstehung ist, sich aber sonst von der umgebenden Torfmasse unterscheidet. Wie in der Jetztzeit, so wird es auch zur Zeit der Kohlenablagerung gewesen sein. Wir finden daher in den Kohlenflözen neben den typischen Kohlen, die auf Landpflanzen zurückzuführen sind, auch Lagen und Linsen von anderen Kohlen, die sehr viel Material von Süsswasserpflanzen und niedrigen tierischen Wesen enthalten.

Lassen sich Süsswasseralgen in Sapropel-Kohlen aber heute sicher noch nachweisen? Auf diese Frage sei im folgenden näher eingegangen.

Die Beteiligung der Süsswasseralgen am Aufbau mancher Kohlengesteine.

Im Anfang der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts veröffentlichten Rénault[1]) und Bertrand ihre Ansichten über die Zusammensetzung der Bogheadkohle. Sie gingen bei ihren Untersuchungen von den bituminösen Schichten von Autun in Frankreich aus, in welchen man schon mit blossem Auge kleine sphaerische und ovale Körper erblicken konnte. Diese schon makroskopisch sichtbaren Körper erhielten den Namen Pila bibractensis.

Bei der nun folgenden mikroskopischen Untersuchung zeigten diese Gebilde alle einen mehr oder weniger deutlichen zentralen Hohlraum, welcher umgeben war von einem Saume mit zahlreichen Alveolen, die sich nach aussen öffneten, aber keine Verbindung mit dem Innenraume hatten. Dieser mittlere Hohlraum wurde von den beiden Forschern verglichen mit dem mittleren Hohlraum einer Kolonie der lebenden Gattung Volvox oder einer verwandten Art dieser zu Kolonien vereint lebenden Algen (Tafel I). Diese Deutung wurde von den betreffenden Autoren später auch auf andere Pflanzenreste übertragen, die man in „Boghead", „Cannel", bituminösen Schiefern und Ölschichten der verschiedensten Teile der Welt fand[2]).

Potonié und die meisten der neueren Forscher schlossen sich den Ansichten Rénaults an. Anderer Meinung ist der Amerikaner Jeffrey[3]). Nach seiner Meinung, sind die betreffenden Gebilde aus der Bogheadkohle usw. nicht auf gelatinöse Algen zurückzuführen. Sie sind vielmehr Sporen von Kryptogamen. Zur Ausführung seiner Untersuchungen benutzte Jeffrey Dünnschliffe von Kohle, die er nach einer neuen, bisher nur bei zoologischen und botanischen Präparaten üblichen

---

[1]) B. Rénault, Communication faite sur le Boghead, Soc. Hist. Nat. Autun 1892.
C. E. Bertrand, Pila bibractensis et le Boghead d'Autun, Soc. Hist. Nat. Autun 1892.

[2]) C. E. Bertrand, Reinschia australis et Premières Remarques sur le Kérosene Shale de la Nouvelle Galles du Sud. Bull. de la Soc. Hist. Nat. Autun 1894.

E. C. Bertrand, Les Charbons Humiques et les Charbons de Purins. Travaux et Mém., Université de Lille 6, Mem. 21. 1898. — B. Rénault, Sur quelques Organismes des Combustibles Fossiles. Bull. de la Soc. de l'Industrie Minérale, Serie 3, Tome 13, 4me Livr. 1899; Tome 14, 1re Livr. 1900, mit Atlas.

[3]) E. C. Jeffrey, The nature of some supposed algal coals. Proc. of the Americ. Acad. of arts and sciences. Vol. XLVI. S. 273—290. Boston 1912.



Weise herstellte. Auf diese Herstellung ist an anderer Stelle (S. 61) näher eingegangen.

Nach den Erfahrungen von Rénault kommen in der „Boghead"-kohle besonders viele der vermeintlichen Algen vor. Jeffrey untersuchte deshalb „Boghead"kohle von Kentucky. In dieser Kohle kamen tatsächlich auch Formen vor, welche an die von Rénault beschriebene Alge „Pila Kentuckyana" erinnern. Durch Schneiden der Kohle mit einem Mikrotome wurde erreicht, dass man mehrere, ganz dünne, aufeinander folgende Schnitte durch ein und dasselbe Objekt erhielt, wodurch man sich ein Bild über den räumlichen Aufbau dieser Körper machen konnte. Durch die Untersuchung dieser aufeinander folgenden Schnitte kam Jeffrey alsdann zu der Ansicht, dass die betreffenden Körper keine Algen, sondern Sporen von Kryptogamen seien. Die oft abgebildete (s. Tafel II Fig. c u. d), schwammförmige, algenähnliche Gestalt ergab sich nach Jeffrey nur bei Schnitten durch den äusseren Rand der Sporen.

Untersuchungen schottischer „Boghead"kohle führten Jeffrey zu demselben Ergebnis. Einige Schnitte zeigten hier besonders schön noch die Struktur der in der Kohle enthaltenen organischen Reste, besonders den zentralen Kanal der Sporen, welcher trotz Druck und chemischer Veränderung der Kohle noch gut erhalten ist.

Ebenso wurde die „Boghead"kohle von Autun untersucht, an welcher die ersten Beobachtungen von Rénault und Bertrand seiner Zeit gemacht wurden. Die organischen Reste der Kohle erwiesen sich in dem Jeffrey zur Verfügung stehenden Materiale schlecht erhalten. Ferner wurden auch noch Ölschiefer von Neu-Süd-Wales präpariert, in welchen der von Rénault als Alge „Reinschia australis" beschriebene organische Rest ebenfalls für keine Alge erklärt wurde.

Schliesslich untersuchte Jeffrey auch noch Kokkohlen, da die Verkokbarkeit dieser Kohlen bisweilen auf eine Beimengung von Algensubstanz zurückgeführt wird. Er konnte eine solche Substanz in den Kokkohlen nicht finden. Die Untersuchung ergab vielmehr, dass die ihm vorliegenden gestreiften Kokkohlen nur aus Holzsubstanz bestanden, wobei sich die matten Streifen gegenüber den glänzenden als weniger zersetzt erwiesen (s. Tafel II, Fig. f).

Zu ähnlichen Anschauungen bekennt sich im Anschluss an die Untersuchungen von Jeffrey J. Schuster[1]). Da das Holzgewebe in den

[1]) J. Schuster, Zur Mikrostruktur der Kohle. Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Palaeont. II. Bd. S. 33 ff. Stuttgart 1912. (Mit einer Lumièreaufnahme).



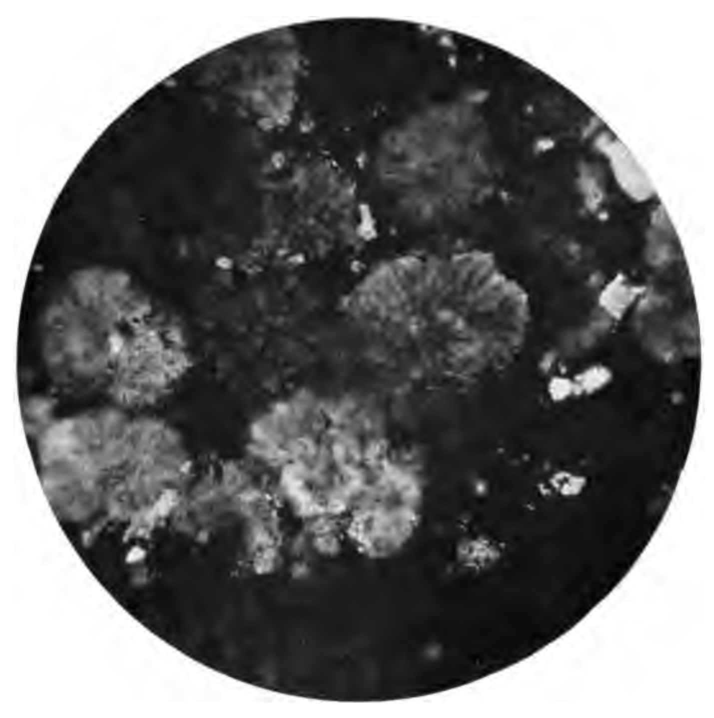


Fig. a. Sapropelit („Boghead“) aus dem Perm von Autun. Schliff in Richtung der Schichtungsfläche. $^{75}/_{1}$ der natürl. Grösse. Die Algen („Pila bibractensis“) zeigen zum Teil noch deutlich die Zellenstruktur. — Nach einer von Potonié veröffentlichten Photographie von C. Eg. Bertrand.

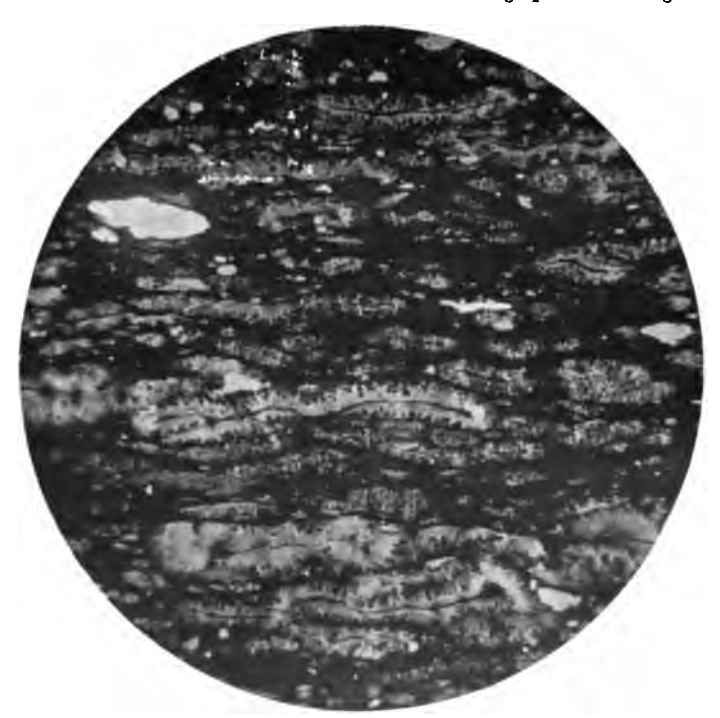


Fig. b. Sapanthrakon-Gestein („Kerosene shale“) von Blackheath westlich von Hartley in Australien. Schliff senkrecht zur Schichtungsfläche. $^{75}/_{1}$ der natürl. Grösse. Die Algen („Reinschia australis“) sind zusammengesunken (bandförmig). — Nach einer von Potonié veröffentlichten Photographie von C. Eg. Bertrand.

Tafel II



Fig. a. Vertikalschnitt durch eine Cannelkohle aus Kentucky (× 180).



Fig. b. Horizontalschnitt durch eine Cannelkohle aus Kentucky (× 180).



Fig. c. Horizontalschnitt durch eine Bogheadkohle aus Kentucky (× 180). Dieselbe enthält die als Algen gedeuteten Gebilde „Pila Kentuckyana“.



Fig. d. Vertikalschnitt durch eine Bogheadkohle von Balbardie, Schottland (× 120).



Fig. e. Horizontalschnitt durch eine Bogheadkohle von Balbardie, Schottland (× 120).



Fig. f. Horizontalschnitt durch eine Kokkohle Pennsylvaniens. Dieselbe zeigt Holzstruktur (× 180).

Die mikroskopische Untersuchung verschiedener Kohlen im durchfallenden Lichte (Bilder nach E. C. Jeffrey).

Kohlen schon meist stark verändert ist, so hält er eine Konservierung der überaus leicht zersetzbaren Algen für unmöglich.

Die ältere Ansicht von Rénault und Bertrand dürfte zurzeit aber doch noch von den allermeisten Palaeobotanikern geteilt werden, nach welcher die in fossilen Sapropelgesteinen vorkommenden Gebilde (Reinschia, Pila usw.) keine Sporen und Pollen, sondern wirkliche Algen sind.

b) Die Umwandlung der Pflanzensubstanz in Kohlensubstanz.

Im vorhergehenden sahen wir, dass das Ursprungsmaterial der Kohlen Pflanzensubstanz ist. Aus dieser Pflanzensubstanz kann aber nur unter gewissen Bedingungen Kohle entstehen.

Ein an freier Luft liegender Pflanzenkörper zersetzt sich, ohne dass ein Rückstand hinterbleibt. Er nimmt Sauerstoff aus der Luft auf, oxydiert sich also und zerfällt hierbei in die Bestandteile Kohlensäure (CO_2) und Wasser (H_2O), welche sich sofort verflüchtigen. Es ist dieser Zersetzungsprozess gleichzeitig das Endglied eines Kreislaufes des Kohlenstoffes, da der Kohlenstoffgehalt der lebenden Pflanze ursprünglich auch dem Kohlensäuregehalt der Luft entnommen wurde, in welche er durch Zersetzung der abgestorbenen Pflanze wieder zurückwandert.

Anders liegen die Verhältnisse bei einer Zersetzung der Pflanzen unter Luftabschluss.

Auf diesen Unterschied wurde früher schon von Bischof aufmerksam gemacht, nach welchem Kohlenbildung nicht bei unbedingtem Luftzutritt, sondern nur bei Luftabschluss oder bei sehr beschränkter Luftzufuhr erfolgt. Luftabschluss findet nach Bischof statt:

1. Durch Wasser bei einer Bildung der Kohle in flachen Meeresbassins an seichten Küsten oder in Mooren auf dem Festlande.

2. Durch Sedimente, welche die abgelagerte Pflanzensubstanz sofort überdecken.

Sehr genau und eingehend sind die wichtigen Erscheinungen der Pflanzenzersetzung in neuerer Zeit von Potonié erörtert, auf dessen Ausführungen im folgenden kurz eingegangen sei.

Verwesung, Vermoderung, Vertorfung und Fäulnis.

Bei der Zersetzung pflanzlicher und tierischer Stoffe muss man nach Potonié[1]) unterscheiden zwischen Verwesung, Vermoderung, Vertorfung und Fäulnis.

Die Verwesung findet bei Gegenwart von Sauerstoff in Wasser statt. Sie darf als eine vollständige, langsame Verbrennung bezeichnet werden, wobei sich die organischen Stoffe der Pflanzenkörper oxydieren und verflüchtigen. Feste Kohlenstoffverbindungen bleiben als Endresultat dieser Zersetzung nicht übrig. Es entsteht vielmehr nur Kohlendioxyd und Wasser. Kohle kann also durch eine als Verwesung bezeichnete Zersetzung aus organischer Substanz nicht entstehen. Pilze und Bakterien spielen bei diesem „Verwesungs“prozess eine grosse Rolle.

Die Vermoderung ist eine Zersetzung bei ungenügendem Luftzutritt. Sie kann daher als eine unvollständige Verwesung bezeichnet werden. Geringe kohlenstoffreiche Produkte bleiben bei diesem Prozesse zurück. Dieselben kann man ihren Eigenschaften nach als dehydratisierte Kohlenhydrate bezeichnen.

Die Vertorfung steht als Zersetzungsprozess zwischen Vermoderung und Fäulnis, wobei zuerst das erstere, dann das letztere eintritt. Die entstehenden festen Produkte bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff.

Fäulnis tritt in Gegenwart von Wasser bei vollständigem Sauerstoffmangel ein. Dieser Zersetzungsprozess kann als eine Art langsamer Destillation bezeichnet werden, wobei sich vor allem Methan (CH_4), untergeordnet auch andere gasförmige Produkte, wie H, NH_3, H_2S usw. bilden. Bei diesen Fäulnisvorgängen findet außer einer Anreicherung an Kohlenstoff auch eine solche an Stickstoff statt, und, falls geeignetes Ursprungsmaterial vorliegt, auch eine solche an Fettsubstanz. Derartige Fäulnisprozesse gehen vor allem in stagnierenden Gewässern vor sich.

Die Endresultate der Vermoderung und Vertorfung und die der Fäulnis sind sehr verschieden. Das sieht man unter anderem auch an den Destillationsprodukten. Die durch Vertorfung entstandenen Gebilde liefern kohlenstoffreiche Verbindungen (Teer), während die durch Fäulnis entstandenen kohlenstoffärmere Verbindungen (Ölteer) geben. Dieser Unterschied vergrössert sich natürlich noch, wenn es sich um verschiedenes

[1]) H. Potonié, Die recenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten, Bd. I, S. 1ff. Abhdlg. kgl. preuss. geol. L. A. Heft 55. Berlin 1908.



Ausgangsmaterial bei diesen verschiedenen Zersetzungsprozessen handelt. Eine solche primäre Verschiedenheit trifft man in der Natur aber meist an. Denn die Bedingungen für Vermoderung und Vertorfung finden sich vor allem an solchen Orten, wo Land- und Sumpfpflanzen wachsen, während Fäulnis in stagnierenden Wassertümpeln erfolgt, wo sich Wassertiere und in diesen Tümpeln lebende Pflanzen, z. B. Ölalgen, ansammeln.

Für diese beiden voneinander verschiedenen Zersetzungsprodukte schlägt nun Potonié die Namen Humus und Sapropel vor. Humus ist demnach das durch Vermoderung und Vertorfung entstehende Zersetzungsprodukt der Land- und Sumpfpflanzen, während Sapropel oder Faulschlamm das Produkt der Fäulnis ist.

Inkohlung, Verkohlung, Bituminierung.

Sind die eben geschilderten Zersetzungsprozesse weiter fortgeschritten, so lässt sich das entstehende Produkt bereits als ein Bestandteil der Gesteinswelt, als organogenes Gestein betrachten. Die Zersetzungsprozesse selbst haben aber hiermit ihr Ende noch nicht erreicht. Es findet vielmehr noch eine weitere Zersetzung statt, welche Potonié in Anlehnung an v. Gümbel[1]) „Inkohlung“ nennt. Die Inkohlung beginnt mit dem Ende der Vermoderung und Vertorfung, wobei eine scharfe Grenze zwischen beiden Prozessen natürlich nicht besteht. Während man die Inkohlung in weiteren Kreisen meist als Verkohlung bezeichnet, definiert Potonié den Ausdruck „Verkohlung“ als einen Prozess, bei welchem wesentlich das Element Kohlenstoff als festes Residuum zurückbleibt.

Wie Vermoderung und Vertorfung durch den Prozess der „Inkohlung“ fortgeführt werden, so geht auch die Zersetzung einer Substanz weiter, welche dem Fäulnisprozess unterworfen war.

Dieser Zersetzungsvorgang, welcher der Fäulnis folgte, wird von Potonié als Bituminierung bezeichnet. Der Vorgang der Bituminierung unterscheidet sich von dem Vorgang der Inkohlung nur dadurch, dass der Kohlenstoff sich bei der Inkohlung auf Kosten sämtlicher anderer Bestandteile anreichert, während bei der Bituminierung sich Kohlenstoff und Wasserstoff gemeinsam auf Kosten der übrigen Bestandteile (O, N, S) anreichern.

Diese vier besprochenen Zersetzungsprozesse der organischen Substanz (Verwesung, Vermoderung, Vertorfung und Fäulnis) schliessen sich in der Natur nicht einander aus. Sie kommen vielmehr meist vereint

[1]) Gümbel, Beiträge z. Kenntnis d. Texturverh. d. Mineralkohlen. 1883. S. 191.



vor, wobei aber einer dieser Prozesse meist das Übergewicht über die anderen hat.

Summarisch lassen sich diese Erscheinungen in folgender Tabelle zusammenfassen (nach Potonié):

<table>
<tr><th></th><th>Bezeichnung der Prozesse</th><th>Verhalten des O</th><th>Verhalten des H_2O</th><th colspan="2">Es handelt sich kurz</th><th colspan="3">Entstehende Gesteine</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Diesen Prozessen sind besonders Land- und Sumpfpflanzen ausgesetzt</td><td>Verwesung findet statt</td><td>bei Gegenwart von O</td><td rowspan="2">und Vorhandensein von Feuchtigkeit</td><td colspan="2">um eine vollständige Oxydation</td><td colspan="3">Es bleiben keine brennbaren C-haltigen Produkte zurück</td></tr>
<tr><td>Vermoderung findet statt</td><td>bei Gegenwart von weniger O</td><td>↕</td><td rowspan="2">Inkohlung</td><td>Feste Verbindungen, die C-reiche</td><td>Moder</td><td rowspan="2">Humus</td></tr>
<tr><td>Vertorfung findet statt</td><td>zunächst bei Gegenwart, sodann bei Abschluss von O</td><td>und zunächst bei Gegenwart von Feuchtigkeit sodann im stagnierenden H_2O</td><td rowspan="2">wesentlich um Destillationen: Reduktionen</td><td>Kohlenwasserstoffe ergeben</td><td>Torf</td></tr>
<tr><td>Diesem Prozess sind besonders die echten Wasserorganismen ausgesetzt</td><td>Fäulnis findet statt</td><td>bei Abschluss von O</td><td>und in stagnierendem H_2O</td><td>Bituminierung</td><td>Feste Verbindungen die C-ärmere (H-reichere) Kohlenwasserstoffe liefern</td><td colspan="2">Sapropel</td></tr>
</table>

Verschiedene Ansichten über einige chemische Vorgänge bei der Entstehung der Kohle aus Pflanzensubstanz.

Die chemischen Vorgänge bei der Entstehung der Kohlen aus Pflanzensubstanz sind im allgemeinen noch recht unklar, zumal man ja über die chemische Konstitution der Kohlen noch keine befriedigende Kenntnis besitzt.

Als Produkt der Pflanzenzersetzung bleibt nach Beobachtung mancher Forscher unter günstigen Umständen schliesslich eine mehr oder weniger

pastenartige Masse zurück, in welcher unzerstörte Gewebe in grösserer Menge enthalten sind. Geht der Zersetzungsprozess weiter, so werden immer mehr dieser Gewebe zerstört und schließlich sind nur noch die härtesten und unzerstörbaren Teile der Pflanzensubstanz erhalten, die dann in der dunklen, teigartigen Masse, der Kohlengrundsubstanz, schwimmen. Diese amorphe Grundsubstanz der Kohlen schwankt sehr in ihrer chemischen Zusammensetzung. Sie ist das Verkittungsmaterial aller in der Kohle enthaltenen Bestandteile. Sie bettet nicht nur die unzerstörten Gewebereste ein, sondern infiltriert dieselben auch. Ist eine derartige Infiltration vollständig eingetreten, so finden wir die ehemalige Pflanzensubstanz als dichte Masse mit muscheligem Bruche vor.

Der Prozess der Inkohlung und der dieser Inkohlung vorausgehende Zersetzungsprozess der Pflanzensubstanz wird von vielen Forschern als eine Art trockener Destillation bezeichnet. Von einer künstlich durchgeführten trockenen Destillation pflanzlicher Substanzen unterscheidet sich dieser natürliche Prozess vor allem durch den niedrigen Temperaturgrad. Der Faktor der hohen Temperatur wird aber bis zu einem gewissen Grade in der Natur durch die Länge der Zeit ersetzt.

E. Donath[1]) betrachtet als wichtigen Faktor bei der Umwandlung der Pflanzensubstanz in Kohle den Wasserdampf. Derselbe soll von dem im Pflanzenmateriale enthaltenen Wasser abstammen. Donath stützt seine Ansicht auf Beobachtungen, nach welchen Wasserdampf bei höherer Temperatur verkohlende Wirkungen ausübt.

Broockmann[2]) bezeichnet die Umlagerungen, welche bei der Zersetzung der Pflanzensubstanz und bei der allmählichen Entstehung der Kohlen, also während der Inkohlung, erfolgen, als „Gärung". Er unterscheidet hierbei vier Arten von „Kohlengärung":

1. Wassergärung. Hierbei soll sich aus Wasserstoff und Sauerstoff der Holzsubstanz Wasser bilden.

2. Stickstoffgärung. Jede Pflanzensubstanz enthält eine geringe Menge Stickstoff. Infolgedessen findet sich auch in der Kohle 1—2 Prozent N. Die jüngeren Kohlen sind reicher an N als die älteren. Die Umlagerung des Stickstoffes wird als Stickstoffgärung bezeichnet.

3. Kohlensäure- und Kohlenoxydgärung. Kohlenoxyd bildet sich wohl nur bei jüngeren Kohlen, namentlich bei Braunkohlen.

---

[1]) Ed. Donath, Betrachtungen über das Backen und über die Bildung der Steinkohle. Österr. Z. f. B. und H. W. 50. 15, 29, 46. — Ref. Zeitschr. f. angew. Chemie. 1902. S. 490.

[2]) Broockmann, Über die Bildung und Zusammensetzung der Steinkohle. Entwicklung d. niederrh.-westf. Steinkohlen-Bergbaus. Berlin 1903. I. Bd. S. 258.



4. Methangärung. Namentlich Kohlen mit 80 Prozent Kohlenstoff sollen diese Gärung durchmachen.

Diese Erklärung der Zersetzungsvorgänge durch Gärung führt über zu Erklärungen, welche die Hilfe von Bakterien bei allen diesen Zersetzungserscheinungen (auch der Inkohlung) in Anspruch nehmen.

Die Tätigkeit der Bakterien in den verschiedenen Stadien der Kohlenbildung.

Die Teilnahme von Bakterien an den ersten Zersetzungsvorgängen der abgelagerten Pflanzensubstanz wird heute wohl von allen Forschern ohne weiteres zugegeben. Es ist dieser erste Zersetzungsprozess daher physiologisch-chemischer Natur. Sehr geteilt ist aber die Ansicht über eine Tätigkeit der Bakterien im weiter fortgeschrittenen Zersetzungsstadium, besonders während der Inkohlung. Diejenigen Forscher, welche eine solche Zersetzung unter Beihilfe von Bakterien noch annehmen, unterscheiden hierbei aerobe Mikroorganismen, welche nur bei Luftzutritt wachsen; anaerobe, welche nur bei Sauerstoffmangel wachsen; und gewisse aerobe und anaerobe Arten, welche eine Beschränkung der Sauerstoffzufuhr ohne Schaden ertragen.

Eine Beteiligung von Bakterien bei der Steinkohlenbildung hat wohl als erster Williams[1]) vermutet. Er bezeichnet als Urheber der Kohlenbildung den Bazillus amylobacter, den Erreger der Buttersäuregärung.

Später wollte Ph. van Tieghem (1879)[1]) diesen Bazillus in karbonischen Koniferenresten auch erkannt haben.

Eingehende Untersuchungen über diese Kohlenbakterien wurden aber erst von Rénault[2]) vorgenommen. Das Resultat seiner Forschungen war das Auffinden zahlreicher kleiner Formen, welche Mikroorganismen ähneln, und welche von Rénault auch für Mikroorganismen erklärt wurden. Auf diese Forschungen sei im folgenden weiter eingegangen:

Die während eines Zeitraums von 24 Jahren angestellten Untersuchungen Rénaults haben sich erstreckt auf die Mikroorganismen im Torfe, in den Braunkohlen und in der Steinkohle.

Bei seinen Forschungen fand Rénault in den Holzresten verschiedener rezenter Torfvorkommen Bakterien und andere Mikroorganismen, unter deren Einfluss die leicht zerstörbaren Teile der Pflanzensubstanz an-

[1]) Nach Dannenberg, Geologie der Steinkohlenlager. I. Teil. S. 14 ff. Berlin 1909.

[2]) B. Rénault, Bull. Soc. de l'industrie minérale. 3. Ser. Bd. XIII u. Bd. XIV, St. Étienne 1899 u. 1900. — Referat. Z. f. p. Geol. 1901. S. 46 ff.



scheinend verschwanden. An Stellen, wo die Bakterien im Innern der Holzelemente auftraten, war stets eine Art Gallerte vorhanden. Nach Zerstörung der Zellwände wurde diese Gallerte durch den Druck der überlagernden Torfmassen zwischen die noch unzerstörten Pflanzenreste eingepresst, wodurch dann der Torf zu einer kompakten Torfmasse verkittet wurde.

In der Braunkohle fand Renault sowohl in der verkittenden Grundmasse als auch in den darin eingebetteten Pflanzenresten wiederum zahlreiche „Bakterien", und zwar besonders die als „Mikrokokken" bezeichneten kleinkugeligen Formen. Die häufigste Form (0,4—0,5 μ im Durchmesser) nannte er „Micrococcus lignitum". Auf die Tätigkeit dieser Mikrokokken führt Renault analog seinen Beobachtungen am Torfe die Zerstörung der Pflanzensubstanz und die Bildung der Grundmasse bei Braunkohle und Steinkohle zurück.



Fig. 7.

Fossile Mikroorganismen. Cladothryx anthracis (nach Renault)[1]) in der Kohle von Arthropitusholz; 1200 mal vergrössert. a = Ketten von Bazillen; b = Arthrosporen; c = Kettchen mit Anfang von Verzweigung.

Bei Steinkohlen erwiesen sich besonders die Kohlenhölzer stark von Bakterien befallen. In dem Holze von Arthropitus gigas, bistriata und in dem Holze von Cordaiten fand Renault geradezu massenhaft versteinte Mikrokokken von ca. 0,5 μ Grösse, welche er Micrococcus carbo benannte. Mit den Mikrokokken zusammen, aber nicht so häufig, fanden sich Bazillen, für welche Renault die Bezeichnung Bacillus carbo vorschlug. Diese Bazillen haben die Form von 1,5 μ grossen, geraden oder gekrümmten Stäbchen, welche einzeln oder zu zweien vereinigt auftreten. Als weitere interessante Form nennt Renault Cladothryx anthracis, eine Gattung, von welcher eine andere Spezies auch im Torfe schon gefunden wurde (Fig. 7). Diese Cladothryx besteht ihrer Form nach aus einzelnen Stäbchen, welche im ausgewachsenen

[1]) Entlehnt Kaunhoven, Z. f. p. G., lit. cit.

Zustande 2,5 μ lang und 0,6 μ dick sind. Häufig sind mehrere dieser Stäbchen zu kurzen Ketten vereinigt. Auch verzweigte Formen findet man.

Den unter Mitwirkung der Bakterien vor sich gehenden Zersetzungsprozess der Pflanzensubstanz zu Kohle erklärt sich Renault nach folgender Formel:

$$(C_6H_{10}O_5)_4 = C_9H_6O + 7(CH_4) + 8(CO_2) + 3(H_2O).$$

Hierbei entspricht die links stehende Formel (Pflanzensubstanz) reiner Cellulose und die rechts stehende Formel C_9H_6O entspricht der Zusammensetzung einer reinen Kohle (aus Cordaitenholz). Es würde das Volumen dieser Kohle ungefähr $^1/_5$ der ursprünglichen Pflanzensubstanz betragen. Die übrigen $^4/_5$ der Pflanzensubstanz sind zum grössten Teil in Gasform entwichen und zwar durch die Tätigkeit der Bakterien.

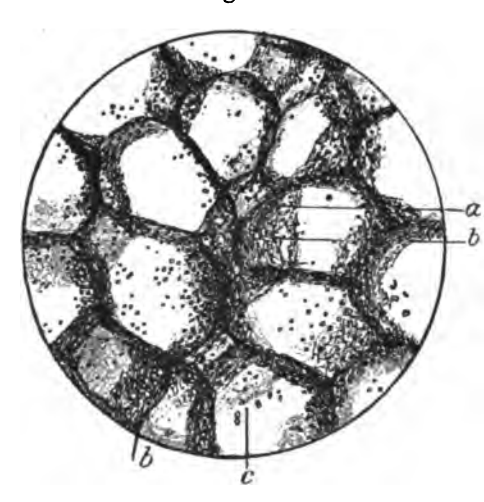


Fig. 8.

Fossile Mikroorganismen. Micrococcus Guignardi. Aus dem Stéphanien von Saint Étienne (nach Renault)[1]. Von Mikrokokken befallenes Zellgewebe; 125 mal vergrössert. a = Schräge, von Mikrokokken befallene Zellwände; b = von Mikrokokken erzeugte Löcher, die von den Kokken verlassen und daher sichtbar sind; c = Mikrokokken in Teilung begriffen.

In verkieselten Hölzern sind nach den Beobachtungen von Renault Bakterien besonders gut erhalten. Die Mikrokokken haften hier teils den von ihnen einst befallenen Geweben noch an, teils befinden sie sich auch in geringer Entfernung von denselben. In letzterem Falle haben die Mikrokokken dann häufig als Kristallisationszentren gedient, um die herum die Mineralsubstanz der verkieselten Hölzer auskristallisierte.

Auf die unsichere Grundlage dieser von Renault aufgestellten Bakterien-Theorie weist vor allem Dannenberg hin. Er betont, dass die für Bakterien gehaltenen Körnchen und Stäbchen möglicherweise nur Zerfallprodukte der Pflanzensubstanz oder sogar anorganische Bestandteile sein können. Ausserdem kennt man heute keine Bakterien, welche Pflanzensubstanz in Kohle umwandeln, also während der Inkohlung tätig sind. Ferner hat man in heutigen Moorbildungen beob-

[1]) Entlehnt Kaunhoven, Z. f. p. G., lit. cit.

achtet, dass die Bakterien im Moore ganz selten auftreten und im Torf gar nicht mehr vorhanden sind oder nur ganz untergeordnet noch vorkommen. Es scheinen daher die Bakterien auch nur in dem allerersten Stadium der Kohlenbildung, d. h. bei der beginnenden Zersetzung der eben abgestorbenen Pflanzenmasse eine Rolle gespielt zu haben, während alle späteren Prozesse, besonders die der Inkohlung auf rein chemisch-physikalischem Wege ohne Mitwirkung der Bakterien erfolgt sind[1]).

c) Veränderungen der Kohle im Verlauf der Inkohlung.

Im ersten Stadium des ständig sich fortsetzenden Zersetzungsprozesses der Kohlen, d. h. während der Inkohlung, entweicht zunächst Wasser und Kohlensäure, und zwar solange, als noch Wasserstoff und Sauerstoff in der Kohle in genügender Menge vorhanden sind. Da der Sauerstoffgehalt im weiteren Verlauf der Inkohlung aber immer mehr abnimmt, so werden auch die Oxydationsprodukte immer weniger. Bei diesem Prozesse reichert sich gleichzeitig der Kohlenstoffgehalt der Kohle immer mehr an, während die anderen Bestandteile, d. h. Wasserstoff, Stickstoff und besonders Sauerstoff, abnehmen.

Durch diese chemischen Vorgänge entstehen nun schrittweise Übergänge zwischen den einzelnen Kohlenarten, die schliesslich zu Übergängen zwischen Torf, Braunkohle, Steinkohle und Anthrazit führen. Diese Übergänge sind aus den bereits früher mitgeteilten Diagrammen und Tabellen ersichtlich. Es sei hier noch eine weitere derartige Tabelle[2]) mitgeteilt (berechnet auf aschefreie Substanz):

	C %	H %	O %	N %
Holz	49—50	6	43—44	1
Torf	50—64	4,7—6,8	28,6—44,1	0—2,6
Braunkohle	50—75	4—8	12—37	
Steinkohle	80—85	5—6	8,3—14,5	
Magere Steinkohle	91	4	5	
Anthrazit	91—96	1,2—4	2,8—4,5	

Es ergibt sich nun die Frage: Ist dieser aus der Tabelle ersichtliche Übergang zwischen rezentem Brennmaterial und Anthrazit nur ein

[1]) Falls sich daher die als Bakterien und andere Mikroorganismen gedeuteten Formen als solche doch noch erweisen sollten, so wären es Mikroorganismen aus dem ersten Zersetzungsstadium der Pflanzen.

[2]) Tabelle nach Dannenberg, Geologie der Steinkohlenlager. I. Teil. S. 11. Berlin 1909.

scheinbarer, oder kann aus Holz und Torf im Laufe der Zeit unter besonderen Bedingungen Braunkohle, aus Braunkohle Steinkohle und aus dieser Anthrazit werden? Diese Frage ist unserer Ansicht nach unbedingt zu bejahen.

Als Agens dieser Umwandlung nannte man in früheren Jahren vor allem die „Zeit". Je älter eine Kohle war, desto kohlenstoffreicher war sie nach dieser Meinung, je jünger, desto kohlenstoffärmer. Bei ungestörter Lagerung und unter sonst gleichen Bedingungen besteht diese Anschauung auch heute noch zu Recht. Braunkohlen gehören im allgemeinen den jüngeren Formationen, Steinkohlen den älteren an. Zudem ist auch innerhalb desselben Steinkohlenbeckens die ältere Kohle meist immer die kohlenstoffreichere und die jüngere die kohlenstoffärmere und sauerstoffreichere.

Beim näheren Studium der Kohlenlager hat man aber zahlreiche Ausnahmen von dieser Regel erkannt. Man hat gleichzeitig gesehen, dass die Zeit nicht der einzige Faktor ist, welcher eine Kohlenart in eine andere umwandeln kann, sondern dass als weitere Faktoren Druck, Spaltenbildung und Überdeckung der Kohlenlager sowie vor allem Wärme eine grosse Rolle spielen. Auf die Veränderungen, welche die Kohlen durch verschiedene Bedeckung, Spaltenbildung, Gebirgsdruck, Eruptivkontakt usw. erleiden, wird aber erst bei Besprechung der Kohlenlager näher eingegangen.

Von manchen Forschern wird die Frage, ob aus Braunkohle im Laufe der Zeit Steinkohle entstehen kann, verneint. Sie weisen hierbei vor allem auf die Verschiedenheit der Pflanzenwelt innerhalb der verschiedenen Erdperioden hin.

Aus dieser floristischen Verschiedenheit schliessen diese Forscher auf eine Verschiedenheit im chemischen Aufbau der Pflanzen. Hierdurch gelangen sie dann zu dem Schlusse, dass bei verschiedenem Ausgangsmaterial auch ein verschiedenes Endprodukt zu erwarten ist, und dass deshalb aus tertiärer Braunkohle nie ein der carbonischen Steinkohle ähnliches oder gar identisches Produkt entstehen kann.

In unserer Zeit vertritt vor allem E. Donath diese Ansicht. Er weist unter anderem darauf hin, daß das Material der Steinkohle ganz frei oder sehr arm an Lignin ist, während in der Braunkohle Lignin allenthalben nachzuweisen ist. Er schliesst daraus, dass Lignin in den Steinkohlenpflanzen vermutlich gar nicht oder nur in sehr geringem Masse enthalten war. Gegen diesen Schluss wendet sich aber mit Recht Potonié. Nach ihm muss man sich überhaupt wundern, dass Steinkohlen bei dem hohen Grade ihrer Zersetzung überhaupt noch bisweilen Lignin-

reaktionen geben. Da ferner Holz sich nachweislich in grosser Menge am Aufbau der Steinkohlen beteiligte, so muss man auch annehmen, dass Lignin als Bestandteil des Holzes ursprünglich vorhanden war.

Ein auf die Beschaffenheit der Kohle etwas Einfluss ausübender Unterschied in dem Ausgangsmaterial der Braun- und Steinkohlen besteht aber doch. An der Zusammensetzung der Braunkohlenlager beteiligen sich auch harz- und wachshaltige Gewächse, während diese bei der Bildung der palaeozoischen Kohlenlager nach Potoniés Ansicht keinen Anteil hatten. Aus diesem Grunde dürfte eine Braunkohle des Tertiärs im Laufe der weiteren Zersetzung auch nicht bis ins einzelne ganz dieselbe Kohle werden wie eine palaeozoische Steinkohle. Der meist geringe, oft aber auch reiche Harz- und Wachsgehalt wird sich als schwerer zersetzbarer Körper im Laufe des Zersetzungsprozesses vielmehr immer mehr in der Kohle anreichern und hierdurch die chemische Natur der späteren Kohle beeinflussen. —

Die Umwandlung von Steinkohle in Anthrazit verneinen A. Strahan und W. Pollard[1]). Dieselben nehmen an, dass der chemische Unterschied zwischen Anthrazit und Steinkohle schon ein ursprünglicher war, d. h. in einer ursprünglichen Verschiedenheit der die Kohle zusammensetzenden Pflanzensubstanz begründet liegt. Nach diesen Forschern findet man nämlich im südlichen Wales innerhalb derselben Flöze Anthrazit und Steinkohle. Das Auftreten des Anthrazites ist hier weder vom Ausstrich des Flözes, noch von Störungen, noch von irgend einer anderen derartigen Erscheinung abhängig.

Charakteristisch für die Anthrazite von Süd-Wales ist ihre Armut an Asche, verglichen mit der Steinkohle desselben Beckens. Es ist dieses besonders bemerkenswert, weil sonst beim Übergang von Steinkohle in Anthrazit durch Austritt flüchtiger Bestandteile der Aschengehalt zunimmt. Der Aschengehalt der Kohlen von Süd-Wales betrug

3,43	Prozent	als	Durchschnitt	von	96	Analysen	bituminöser Steinkohlen,
3,66	„	„	„	„	56	„	halb-bituminöser „
2,61	„	„	„	„	25	„	halb-anthrazitischer „
2,50	„	„	„	„	16	„	von Anthrazit.

Auf Grund dieses letzteren Argumentes schliesst sich Arber[2]) den Ansichten Strahans an. Nach ihm muss man daher den Anthrazit als dritte selbständige Gruppe den Humusgesteinen und Sapropelgesteinen angliedern.

---

[1]) The coals of South Wales. Mem. Geol. Survey of England and Wales 1908.

[2]) E. A. N. Arber, The natural History of Coal. Cambridge 1912.



Diese letztere Ansicht von Arber ist aber unserer Meinung nach durch nichts begründet, zumal es keine Äquivalente für Anthrazite in jüngeren Kohlen gibt. Wir selbst schliessen uns aber sehr gerne bei dem auffallenden Unterschied in der Kohlenführung derselben Flöze in Süd-Wales auch einer Erklärung an, welche floristische Unterschiede als Grund angibt, obwohl letztere durch Pflanzenuntersuchungen auch erst bewiesen werden müssten. Es hätte dann bei einer solchen Annahme das eine Pflanzenmaterial schneller das Ende der Inkohlung erreicht als das andere, welches in der Inkohlung nur bis zur Steinkohle fortgeschritten ist. —

Das Endprodukt der Inkohlung dürfte nach unserer Anschauung eben trotz einer floristischen Verschiedenheit bei allen Kohlen dasselbe sein, denn die chemischen Bestandteile sind bei allen Pflanzen dieselben. Es variiert nur das Mengenverhältnis der einzelnen Elemente und der Aufbau der Elemente in den verschiedenen Pflanzen. Beim Prozesse der Inkohlung wird aber der chemische Aufbau zerstört. Gleichzeitig reichert sich der Kohlenstoffgehalt an, während sich die anderen Bestandteile vermindern. Ein Übergang von Braunkohle in Steinkohle und von Steinkohle in Anthrazit ist daher nach unserer Ansicht in der Natur auch genetisch verhanden. Bei Besprechung der „Kohlenlager" werden Beispiele für eine Umwandlung der Braunkohle in Steinkohle und Anthrazit in ein und demselben Flöz durch Agenzien der Gebirgsbildung und Kontaktmetamorphose näher besprochen werden. Auch durch einige der im folgenden zu besprechenden künstlichen Versuche wird die Annahme einer in der Natur tatsächlich vorkommenden Umwandlung von Braunkohle in Steinkohle und von Steinkohle in Anthrazit gestützt.

d) Versuche einer Nachahmung des Inkohlungsprozesses.

Versuche, welche angestellt wurden, um aus organischer Substanz auf künstlichem Wege Kohle zu gewinnen, sind für die Entstehungsfrage der natürlichen Kohlen von besonderem Interesse. Auf sie sei im folgenden kurz eingegangen.

Göppert hat beobachtet, dass grobes Tuch, welches den Überzug eines Zylinders in einer Tuchfabrik bildete, durch fortgesetzte Einwirkung heisser Wasserdämpfe „in eine glänzend schwarze, steinkohlenartige Masse von muscheligem Bruch umgewandelt worden war". Hierdurch veranlasst, erwärmte Göppert verschiedene Pflanzenteile mit Wasser fünf Monate lang auf 60—80°. Die Pflanzenteile verwandelten sich



hierbei in eine braunkohlenartige Masse, die aber nicht weiter untersucht wurde. Aus diesen und anderen Versuchen zog Göppert den Schluss, dass sich Braunkohle und Steinkohle auf nassem Wege aus Pflanzenteilen in unverhältnismässig kurzer Zeit zu bilden vermag.

Fremy[1]) erhitzte in geschlossenen Glasröhren bei 200—300° verschiedene Bestandteile von Pflanzen und erhielt hierbei ebenfalls kohlenartige Substanzen.

Stein[2]) wiederholte einige schon früher von Cagniard de Latour angestellte Versuche. Er schmolz Holz in Glasröhren mit etwas Wasser zusammen ein und erhitzte dieses auf Temperaturen bis zu 290° (Außentemperatur).

Er erhielt hierbei folgende Produkte:

Temperatur	Erhitzungsdauer	% C	% H
245	9 Stunden	64,3	5,4
255	6 „	70,2	5,2
275	5 „	74,0	4,5
290	5 „	81,3	3,8

Clasons[3]) und seine Mitarbeiter versuchten Holz oder Zellulose dadurch bei möglichst konstanten Temperaturen zu verkohlen, dass sie ihre Retorten von aussen nur auf 270° erhitzten und die weitere Temperatursteigerung der Reaktionswärme überliessen. Die im Innern gemessene Maximaltemperatur betrug dabei 400°. Die analytische Zusammensetzung der Kohle war:

C = 82,5 Prozent
H = 4,1 „
O = 13,4 „

A. Petzoldt[4]) versuchte ebenfalls auf künstlichem Wege Braunkohle, Steinkohle und Anthrazit herzustellen. Er ersetzte bei seinen Experimenten wie die anderen Forscher die in der Natur wirkende Zeit durch Temperaturerhöhung. In luftdicht verschlossenen eisernen Röhren erhitzte er Holz. Nach Beendigung des Versuches fand man an Stelle des Holzes eine schwarze, glänzende, sehr vollkommen geschmolzene Masse, die kleine Blasenräume enthielt, ein spezifisches Gewicht von 1,18 besass, keine organische Struktur mehr hatte, und nur die Hälfte

[1]) Fremy, Comptes Rendus 1879, Bd. 88. S. 1048. Übersetzt in der Berg- und Hütten-Ztg. 1879. S. 341.

[2]) Magy. chem. Folyőirat 6, 39 (1901); Chem. Centralblatt 2, 950 (1901).

[3]) Zeitschr. f. angew. Chemie 22, 1205 (1909); 23, 1252 (1910).

[4]) Beiträge zur Kenntnis der Steinkohlenbildung. Leipzig 1882.

des Holz-Volumens einnahm. Bei der darauf angestellten trockenen Destillation verhielt sich das Produkt wie Steinkohle.

Da eine Analyse der von Petzoldt hergestellten künstlichen Kohle aber nicht vorliegt, und zumal da die Erhitzung der eisernen Retorte bis zur Rotglut durchgeführt war, so nimmt Fr. Bergius an, dass in den von Petzold erhaltenen Produkten den natürlichen Kohlen analoge Kohlen nicht vorliegen können. „Es handelt sich hier vielmehr um eine Holzdestillation, bei der die teerartigen Destillationsprodukte gezwungen wurden, bei der Holzkohle zu bleiben und mit dieser zu verschmelzen. Dadurch erhielt das Produkt das Aussehen einer geschmolzenen kohligen Masse, deren chemische Zusammensetzung unmöglich die der Kohle sein kann, weil die Inkohlungstemperatur überschritten und Verkokung eingetreten war“.

Ferner beschreibt Petzoldt Beobachtungen, die er beim Bau der Eisenbahnbrücke bei Alt-Breisach machte. Die hier in den Boden getriebenen Pfähle stauchten sich am anstehenden Gestein. Eine Untersuchung dieser gestauchten Pfähle hatte alsdann folgendes interessante Resultat. Im Zentrum des gestauchten Teiles fand man ein Stück Kohle, nach aussen zu dann geschwärztes, dann stark gebräuntes, schwach gebräuntes und endlich nur gelblich gefärbtes Holz. Eine Untersuchung dieser verschiedenen Substanzen ergab, dass das Stück Kohle im Zentrum Anthrazit war, die von Braunkohle umgeben wurde. Die für diese beiden Kohlensorten charakteristischen Merkmale hat Petzoldt in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Aus ihr ersieht man, dass tatsächlich anthrazit- und braunkohlenähnliche Substanzen entstanden waren.

	Kohlenvarietät a	Kohlenvarietät b
Absonderungsverhältnisse und Bruch.	Unregelmässig zerklüftet, schiefrige Textur. Die Bruchflächen schiefrig oder schuppig, kleinmuschelig. Beim Zerschlagen sehr spröde.	Kaum zerklüftet, dicht. Die Bruchfläche uneben. Beim Zerschlagen weniger spröde.
Glanz.	Starker Fettglanz.	Schwacher Fettglanz, z. T. matt.
Farbe; Strich.	Schwarz; Strich schwarz.	Schwarz; Strich braun.
Härte.	= 2—2,5	= 2—2,5
Spez. Gewicht.	= 1,71	= 1,33



	Kohlenvarietät a	Kohlenvarietät b
Brennbarkeit.	Sehr schwer entzündlich, verbrennt äusserst langsam, ohne Flamme.	Entzündet sich leicht und verbrennt mit leuchtender Flamme.
Mit Kalilauge gekocht.	Die Lauge bleibt ungefärbt.	Die Lauge wird stark braun gefärbt.
Der trockenen Destillation unterworfen.	Gibt so gut wie nichts.	Gibt viel Teer und brennbares Gas.
Im Dünnschliff mikroskopisch betrachtet.	Schwarz und undurchsichtig. Zahlreiche, mehr oder weniger regelmässige leere Hohlräume (als Löcher sich darstellend); sehr selten sehr kleine, mit gelber oder roter Substanz angefüllte Hohlräume.	Gelb, hellbraun, rot gefärbt, durchsichtig. Deutlich erkennbares Holzgewebe.

Potonié hat, der letzten Mitteilung entsprechend, ebenfalls beobachtet, dass Holzstempel der Grube Schallmauer bei Bachem auf dem Querbruche wie Pechkohle aussahen. Auch sonst sind in der Literatur Notizen über derartige Erscheinungen an Bergwerksstempeln öfter zu finden.

In neuerer Zeit hat sich mit der Nachbildung des natürlichen Inkohlungsprozesses vor allem Fr. Bergius[1]) befasst. Bei seinen Versuchen suchte Bergius in erster Linie die temperatursteigernde Wirkung der Reaktionswärme auszuschliessen. Zu diesem Zwecke wurde das inkohlende Material: Holz, Torf, Zellulose usw. in enge Berührung mit relativ grossen Mengen Wasser gebracht. Dieses Wasser nimmt die Reaktionswärme auf und leitet sie ab, so dass eine von aussen regulierbare konstante Temperatur herrscht, die man genau messen kann. Diese Temperatur wurde so gewählt, dass sie ausreichte, um die Reaktionsgeschwindigkeit genügend zu steigern. Sie blieb aber immerhin so niedrig, dass die Stabilitätsgrenze der „Kohle“ nicht überschritten wurde. Durch diese Arbeitsmethode erlangte Bergius Kohlen, deren Zusammensetzung den natürlichen Fettkohlen entsprach. Neben

[1]) Fr. Bergius, Die Anwendung hoher Drucke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle. Halle 1913.

der Kohle entstanden Gase. Dieselben bestanden im wesentlichen aus Kohlensäure, z. T. aus Methan.

Über seine Versuchsanordnung sagt Fr. Bergius:

„Für die Versuche wurde entweder Torf benutzt und in frischem Zustande, d. h. mit etwa 85 Prozent Wasser in Apparate eingetragen, oder Zellulose, die mit dem Achtfachen ihres Gewichts an Wasser versetzt wurde. Man füllte dann noch so viel Wasser in die Bombe, dass die Substanz völlig bedeckt war. Der Apparat wurde verschlossen und im elektrischen Ofen bestimmte Zeit auf konstante Temperatur erhitzt. Die Regulierungseinrichtungen und die Konstanz des benutzten Stromes erlaubten, die Temperatur tagelang auf 1° konstant in der gewünschten Höhe zu erhalten. Nach Beendigung der Erhitzung wurde der Apparat abgekühlt, die entwickelten Gase im Gasometer aufgefangen und der Verschluss geöffnet. Man konnte dann die entstandene Kohle als zusammenhängenden porösen Zylinder aus dem umgebenden Wasser heben. Sie wurde pulverisiert, getrocknet und analysiert."

Die analytischen Ergebnisse dieser Versuche sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Versuch	Material	Angewandte Menge Trockensubstanz	Temperatur	Zeit	Entwickelte Gasmenge	Elementaranalyse					Berechnet auf aschenfreie Substanz			
				Std.	ccm	C	O	H	N	Asche	C	O	H	N
1	Torf	9,1	250	8	—	72,42	18,83	5,00	1,04	2,71	74,3	19,4	5,2	1,07
2	„	9,1	300	8	—	75,45	16,59	4,89	1,05	2,03	77,0	16,9	5,0	1,07
3	„	9,1	340	8	—	79,95	13,03	4,56	0,87	1,64	81,2	13,3	4,65	0,89
4	„	9,1	340	24	—	82,63	10,23	4,54	0,94	1,66	84,0	10,4	4,62	0,96
5	„	9,1	340	61	—	81,36	10,67	4,42	0,97	2,61	83,5	10,98	4,55	0,97
11	Zellulose (Filtrierpapier)	13	250	8	940	74,73	20,34	4,87	—	0,26	74,71	20,41	4,89	—
12		13	340	8	—	82,88	11,68	5,14	—	—	83,1	11,74	5,16	—
13		13	310	64	1425	83,49	10,85	5,36	—	0,3	83,73	10,89	5,38	—

Die erhaltene Substanz war, wie bereits erwähnt, eine poröse Masse, die bei gelindem Drucke in ein äusserst feines, je nach dem C-Gehalte braun- bis tiefschwarzes Pulver zerfiel. Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass bei steigender Temperatur ein dauerndes Fortschreiten des Inkohlungsprozesses stattfindet. Die Zellulose verhält sich bei dem ganzen Prozesse analog dem Torfe. Die bei den Versuchen entstandenen gasförmigen Nebenprodukte wurden bei einigen Versuchen analysiert. Die Analyse ergab:

Material	Versuch 7	Versuch 8	Versuch 12	Versuch 13
	Torf %	Torf %	Zellulose %	Zellulose %
Verkohlungstemperatur	300	345	340	310
CO_2	90	88	98,6	99,3
Ungesättigte Kohlenwasserstoffe	0	—	0,6	0,2
H_2	3,6	2,2	0,2	0,5
CH_4	3,3	8,4	0,6	0,6

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass Kohlensäure der Hauptbestandteil des Gases ist. Methan entsteht bei höherer Temperatur reichlicher als bei tiefer. Bei den Versuchen mit Zellulose bestanden fast alle gasförmigen Produkte aus Kohlensäure. Die Entstehung des Wasserstoffes ist wohl nur durch Angriff der Eisenbombe von seiten des Wasser zu erklären.

Andere Versuche wurden von F. Bergius unter gleichzeitiger Anwendung von Druck durchgeführt. Es zeigte sich hierbei eine deutliche Zunahme an Kohlenstoff und eine Abnahme von Sauerstoff. Äusserlich war das jetzt erhaltene Produkt nicht ein zu Pulver leicht zerfallendes Material, sondern hart und fest. Der Bruch war eben oder muschelig und glänzend. Die Analyse ergab:

Prozent	Maximale Verkohlung ohne Druck (61 St.)	Unter Druck erhitzte Kohle (8 St.)	Unter Druck erhitzte Kohle (32 St.)
C	84	85,6	86,8
H	4,62	4,8	4,06
O+N	11,36	9,6	9,14

e) Die Entstehung fossiler Holzkohlen.

In Steinkohlenflözen und in Braunkohlenlagern findet man öfter fossile Holzkohle.

Diese Holzkohle kann auf zweierlei Weise entstehen. So trifft man in rezenten Torfmooren bisweilen Holzkohle zusammen mit Asche an. Es handelt sich hier alsdann um alte Brandstellen im Moore. Dieselbe Beobachtung kann man auch in manchen Braunkohlenflözen machen. So zeigen im Braunkohlenflöz von Moys[1]) bei Görlitz die dort angehäuften Baumstämme deutlich Spuren alter Waldbrände, durch welche diese Lignite nur zum Teil angekohlt sind. Es unterscheiden sich die

[1]) K. Priemel, Die Braunkohlenformation des Hügellandes der preuss. Oberlausitz. Zeitschr. f. B. H. und S. W. im preuß. St. Bd. 55. Berlin 1907.

tertiären Baumstämme der Grube von Moys gar nicht von rezenten angekohlten Baumstämmen. In der Grube von Moys war dieser Vergleich um so leichter aufzustellen, als man dort als Grubenholz Hölzer verwandte, die durch den dortigen grossen Primkenauer Forstbrand (1903) angekohlt waren.

Spuren eines grossen Waldbrandes findet man auch im Kohlenflöz Friedrich Wilhelm Maximilian[1]) oder Vereinigte Ville am Niederrhein. Ein dünnes ununterbrochenes Band von Holzkohle zieht sich horizontal durch das ganze Kohlenflöz hier hindurch.

Ausser durch Entzündung (Blitzschlag) kann sich Holzkohle auch noch durch Dehydratisation aus Holz bilden. In Wasser gelöste Schwefelsäure dürfte alsdann meist als Agens gewirkt haben.

Auffällig und in bezug auf die Ursache noch nicht ganz geklärt ist es, dass in carbonischen Steinkohlen die Holzkohle viel häufiger auftritt als in Braunkohlen und im Torf. Es sei hier vor allem an die Russkohlenflöze des Zwickauer Reviers erinnert.

D. Die mikroskopischen Untersuchungsmethoden der Kohlengesteine.

Eine mikroskopische Untersuchung der Kohlen kann nach petrographischen und metallographischen Methoden erfolgen.

Die petrographische Untersuchungsmethode ist die ältere. Sie erfolgt im durchfallenden Lichte. Der Kohlendünnschliff wird zu diesem Zwecke erst durch verschiedene Präparationsmethoden möglichst durchsichtig gemacht.

Die metallographische Methode arbeitet mit auffallendem Lichte. Zur Vornahme der Untersuchung wird hierbei ein Kohlenstück angeschliffen, womöglich auch poliert und angeätzt.

I. Die mikroskopische Untersuchung der Kohle im durchfallenden Lichte.

Will man Kohlen im durchfallenden Lichte mikroskopisch untersuchen, so hat man zunächst einen Dünnschliff von der Kohle herzustellen. Da diese Dünnschliffe aber meist undurchsichtig sind, so müssen dieselben erst in geeigneter Weise präpariert[2]) werden. Das Prinzip aller

[1]) Der Bergbau auf der linken Seite des Niederrheins. Berlin 1910. IV. Teil. S. 77.

[2]) Siehe Potonié-Gothan, Palaeobotanisches Praktikum. Berlin 1913.



hierbei angewandten Präparationsmethoden beruht darin, das Gefüge der Kohle zu lockern und die in ihr enthaltenen Pflanzenreste zu bleichen.

Um dies zu erreichen, verwendet man vor allem stark oxydierende Säuren. Als solche sind im Gebrauch:

1. Rauchende Salpetersäure.
2. Chromsäure (d. i. eine Lösung von $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 + H_2O$).
3. Kaliumchlorat und konzentrierte Salpetersäure (Schulzesches Reagens).

Dieses letztere Reagens wird am meisten angewandt. Nach Beendigung der Bleichung wäscht man alsdann das Präparat gut mit Ammoniak aus, worauf es zur mikroskopischen Untersuchung geeignet ist.

Von grossem Vorteile ist es, die Kohle nicht nur nach einer einzigen, sondern nach allen drei Methoden zu untersuchen, da je nach der Kohlenart die eine oder die andere Methode bessere Resultate ergibt[1]).

Bei solchen Untersuchungen wird es alsdann stets auffallen, dass in der Cannelkohle die Reste höherer Pflanzen besser erhalten sind als in der Glanzkohle.

Eine neue, sehr erfolgreiche Methode zur Herstellung von Kohlenpräparaten hat kürzlich E. C. Jeffrey[2]) bekannt gegeben. Die Herstellung der Präparate erfolgt hierbei mit dem Mikrotome, welches in der Zoologie und Botanik ja schon lange zum Schneiden von Mikropräparaten in Anwendung ist.

Da Kohle an und für sich für das Mikrotom aber zu hart ist, so muss sie zuerst weich gemacht werden. Bei Cannelkohle wandte Jeffrey hierzu folgende Mittel an. Er legte die zu untersuchende Kohle eine Woche lang in 70 Prozent Alkohol, der mit calcinierter Soda gesättigt war. Gleichzeitig wurde das ganze auf 60—70 ° Celsius erwärmt. Nach Ablauf der Woche wurde die Kohle aus dem Alkohol herausgenommen und das an und in der Kohle haftende Alkali durch wiederholtes Waschen mit heissem Alkohol entfernt. Das Stück wurde dann zwei bis drei Wochen lang in äusserst starke Salzsäure gelegt.

Danach wurde das Stück ordentlich ausgewaschen, in Celloidin eingebettet und nach Art zoologischer oder botanischer Präparate mit dem Mikrotom geschnitten. Bei einigen Kohlen, bei welchen diese Art der

---

[1]) Ein Übelstand dieser Untersuchungsmethoden ist es, dass durch die starken Säuren die Metallteile des Mikroskopes angegriffen werden.

[2]) E. C. Jeffrey, The nature of some supposed algal coals. Proc. of the Americ. Acad. of arts and sciences. Vol. XLVI. S. 273—290. Boston 1912.



Behandlung nicht zum Erweichen des Stückes führte, wurden statt Salzsäure: Königswasser, Flusssäure und ähnliches verwendet. Auf die Erfolge dieser Untersuchungen ist an anderer Stelle (S. 42) näher eingegangen.

2. Die mikroskopische Untersuchung der Kohle im auffallenden Lichte.

Eine mikroskopische Untersuchung von Kohle im auffallenden Lichte, also eine Untersuchung der Kohle nach metallographischen Methoden hat zuerst H. Winter[1]) durchgeführt. Nach diesem Forscher eignet sich fast jede Kohle zu solchen Untersuchungen. In vielen Fällen war zur Erkennung der Struktur nicht einmal ein Ätzen und Bleichen der geschliffenen und polierten Flächen nötig.

Bei der nach solchen Methoden durchgeführten Untersuchung von Torf, Braunkohle und Steinkohle fand H. Winter fast stets ein eigentümliches Maschengewebe in der Kohle, welches aus rundlichen bis eiförmigen Mikrozellen bestand. Ähnliche Mikrozellen sah Winter auch bei in Zersetzung befindlichen Pflanzenfasern. Diese Mikrozellen sind nach Winter Zersetzungsprodukte des Pflanzenkörpers und jedenfalls keine Pflanzenzellen. Diese Zersetzungsprodukte dürften kolloidaler Natur sein.

Bei seinen weiteren Untersuchungen fand nun Winter, dass Sapropelkohlen und Humuskohlen einige wichtige Unterschiede unter dem Mikroskope im auffallenden Lichte zeigten. So liess typische Humuskohle (z. B. Glanzkohle) eine Schichtung und Streifung erkennen, während Sapropelkohle keine parallele Lagerung zeigte, sondern mehr oder weniger gleichmässig struiert war. Über diese Verhältnisse geben am besten einige Bilder Auskunft, welche den Werken von Winter entnommen sind. Zur Erläuterung derselben sei noch folgendes mitgeteilt. Fig. a und b der Tafel III zeigt Schliffe des Gagats von Holzmaden in Württemberg. Zur Herstellung der Schliffe wurde der Gagat nach metallographischen Methoden angeschliffen und poliert. Schon mit unbewaffnetem Auge lässt sich alsdann deutlich eine für den Gagat typische Holztextur erkennen. Nach mehrtägiger Einwirkung von Kalilauge zeigen sich auf der dann geätzten Fläche Reihen von Punkten, die in der Längsrichtung verlaufen (Fig. a). Bei stärkerer Vergrösserung erweisen sich diese Punkte als durch Kalilauge mehr oder weniger stark angegriffene Substanzen, welche die Hohlräume des Holzgewebes

[1]) H. Winter, Die mikroskopische Untersuchung der Kohle im auffallenden Licht. „Glückauf“ 1913. S. 1406 ff.



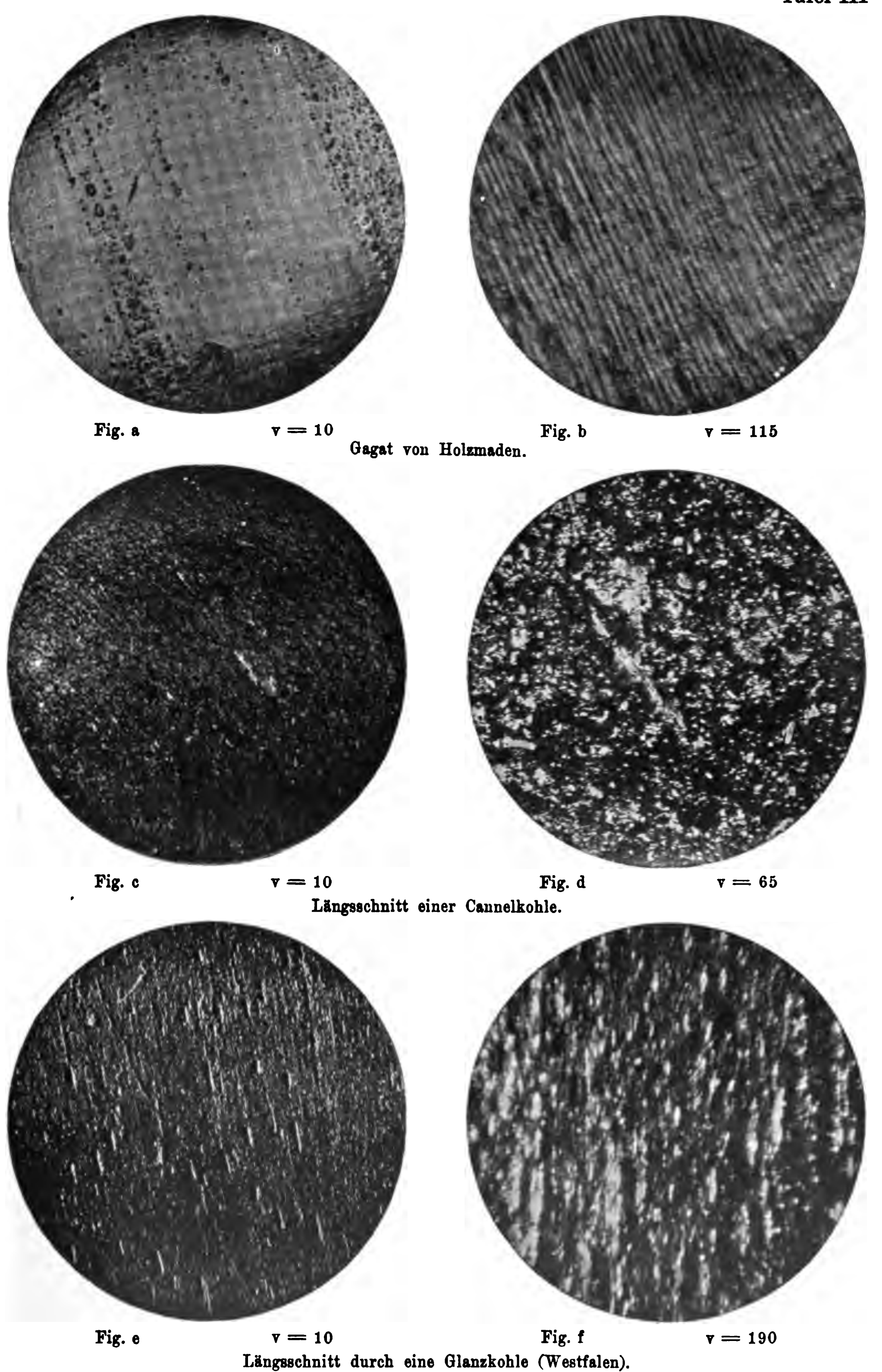


Fig. a v = 10 Fig. b v = 115

Gagat von Holzmaden.

Fig. c v = 10 Fig. d v = 65

Längsschnitt einer Cannelkohle.

Fig. e v = 10 Fig. f v = 190

Längsschnitt durch eine Glanzkohle (Westfalen).

Die mikroskopische Untersuchung von Kohlen im auffallenden Lichte (nach H. Winter).
(Nähere Erläuterungen im Texte.)

erfüllen. Bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen wird die Parallelstreifung der Holztextur deutlicher (Fig. b, eine vergrösserte Partie aus der Nähe des Schnittpunktes der in Fig. a eingezeichneten Linien). Auf Querschnitten desselben Stückes waren bei Oberlichtbeleuchtung unter dem Mikroskope auch noch durch Druck geknickte Jahresringe sichtbar (Abbildung in der zit. Lit. angegeben).

Fig. c und d gibt einen Längsschnitt durch eine Cannelkohle der westfälischen Zeche Consolidation wieder. Nach dem Schleifen und Polieren wurde die präparierte Fläche der Cannelkohle mit der Ätzflüssigkeit nach Schulze gebleicht. Die Kohle erscheint nahezu homogen. Sie besteht fast vollständig aus rundlichen bis eiförmigen zellenartigen Gebilden. Diesen kolloidalen Zersetzungsprodukten sind grössere Fetzen und Gewebeteile von Tieren und Pflanzen eingelagert. Jede Schichtung, Schieferung oder unregelmässige Lagerung fehlt. Bei stärkerer Vergrösserung sind in den dunklen Teilen des Schliffes die eiförmigen Mikrozellen deutlicher sichtbar (Fig. d). Die grösseren, langgestreckten weissen Flecken des Bildes sind höhere Gewebefetzen. Fig. c und d gibt einen Längsschnitt durch eine typische Ruhrglanzkohle wieder. Das Stück ist nach dem Schleifen und Polieren mit Bleichflüssigkeit geätzt worden. Ohne weiteres ist aus dem Bilde eine Lagerung zu erkennen, welche parallel zur Schichtung verläuft. Ferner sieht man in der Längsrichtung eingelagerte schmale Einschlüsse. Diese Einschlüsse sind Mineralien, welche wegen ihrer grösseren Härte beim Schleifen und Polieren stehen blieben und auch der Ätzflüssigkeit widerstanden. Sie erheben sich daher im Bilde reliefartig empor und zeigen deutlich infolge der seitlichen Beleuchtung bei der photographischen Aufnahme einen Schatten. Im Schliffe (in der Abbildung schwieriger) kann man bei genauer Betrachtung auch wieder die rundlichen bis eiförmigen Mikrozellen erkennen, die von Winter als kolloidale Zersetzungsprodukte der Kohle gedeutet werden.

E. Einteilung und Charakteristik der verschiedenen Kohlenarten.

Eine Einteilung der Kohlenarten kann man nach verschiedenen Grundsätzen vornehmen. So berücksichtigt eine stratigraphische Einteilung das geologische Alter der Kohle, eine genetische die Kohlenentstehung, eine petrographische vorwiegend die äusseren (und chemischen) Eigenschaften der Kohle und eine physikalisch-chemische die Verschiedenheit der einzelnen Kohlensorten in chemisch-physikalischer Hinsicht, d. h. vor allem in bezug auf ihre technische Verwendbarkeit.

Ausser diesen genannten Gruppierungen werden noch zahlreiche andere Einteilungen hier und da durchgeführt, die aber nur untergeordnete Bedeutung besitzen. Einige dieser Einteilungen seien im folgenden besprochen.

I. Braunkohle und Steinkohle.

Die bekannteste Einteilung der Kohlen ist die Zweiteilung derselben in Braunkohle und Steinkohle. Die Typen dieser beiden Kohlensorten lassen sich leicht auseinanderhalten. Typische Braunkohle ist braun gefärbt, hat braunen Strich und gibt beim Kratzen ein braunes Pulver. Typische Steinkohle ist schwarz gefärbt, hat schwarzen Strich und gibt beim Kratzen ein schwarzes Pulver.

Da Steinkohle nun aber genetisch aus Braunkohle hervorgegangen ist, so bestehen infolge dieser genetischen Beziehung auch Übergangsglieder zwischen beiden Kohlentypen. Bei diesen Übergängen verwischt sich der genannte typische Unterschied immer mehr, und es ist schliesslich rein willkürlich, die Kohle dieser Übergangsstadien zur Steinkohle oder zur Braunkohle zu rechnen.

In früheren Zeiten legte man bei der Unterscheidung zwischen Braun- und Steinkohle besonderen Wert auf das geologische Alter der Kohle. Man betrachtete Braunkohle als eine tertiäre Kohle, Steinkohle aber als geologisch viel älter, meist als carbonische Kohle. Wenn in der Mehrzahl der Fälle ein derartiger Altersunterschied auch besteht, so haben mehrere Ausnahmen jedoch die Unbrauchbarkeit des geologischen Alters als ein allgemein gültiges Unterscheidungsmittel zwischen Braunkohle und Steinkohle ergeben.

So besitzen die Kohlen des Moskauer Beckens untercarbonisches Alter. Ihrem Aussehen und ihrem Verhalten nach entsprechen sie aber vollkommen einer Braunkohle.

Umgekehrt findet man in Japan ganz jugendliche (tertiäre) Kohlen, welche alle Eigenschaften der Steinkohle besitzen.

Die Kohlen aus der oberen Kreide Nordamerikas („Laramie-Schichten") zeigen sogar die typischen Eigenschaften beider Kohlen. An einzelnen Stellen sind sie typische Braunkohlen, an anderen Stellen infolge tektonischer Beeinflussung typischer Anthrazit.

Charakteristische Unterscheidungsmerkmale zwischen Braunkohle und Steinkohle sind daher nicht im geologischen Alter der Kohle, sondern vor allem in physikalischen und chemischen Eigenschaften zu suchen.

Als derartige Unterscheidungsmerkmale seien angeführt:

1. Steinkohle liefert bei der trockenen Destillation nur ammoniakalische Destillationsprodukte. — Braunkohle liefert saure Produkte (essigsaures Ammon und freie Essigsäure)[1].

2. Steinkohle färbt Kalilauge nur schwach oder gar nicht, da Steinkohle von Kalilauge nicht oder nur sehr wenig angegriffen wird. — Braunkohle färbt Kalilauge dunkelbraun, weil Braunkohle von Kalilauge unter Bildung von ulminsaurem Kali sehr stark angegriffen wird. Dieselbe Braunfärbung erfolgt aber auch bei der Cannelkohle.

3. Schmilzt man Kohle mit Kali- oder Natronhydrat, behandelt das Ganze dann mit Schwefelsäure und dann mit Äther, so gibt das Braunkohlenpräparat an Äther eine braune, beim Verdunsten zurückbleibende Masse ab. Letztere kann durch Destillation als kristallisiertes Sublimat erhalten werden (Brenzcatechin)[2]. Bei Steinkohle erfolgt diese Reaktion nicht.

4. Die Typen beider Kohlenarten unterscheiden sich ausserdem durch ihr spezifisches Gewicht, welches bei Steinkohle höher ist als bei Braunkohle. Ferner ist der Gehalt an Kohlenstoff bei Steinkohle meist über 80 Prozent, bei Braunkohle selten über 75 Prozent. Zudem besitzen viele (nicht alle) Steinkohlen die Eigenschaft der Kokbarkeit (Zusammenbacken beim Erhitzen unter Luftabschluss). Die Braunkohlen besitzen diese Fähigkeit fast nie. — Steinkohle nimmt in lufttrockenem Zustande selten mehr als 7 Prozent Feuchtigkeit auf[3], Braunkohle dagegen niemals weniger als 10 Prozent.

Durch Anwendung einzelner oder besser mehrerer dieser Unterscheidungsmerkmale lässt sich die Zugehörigkeit der vorliegenden Kohle zu einer der beiden genannten Hauptgruppen alsdann meist bestimmen. Als Beispiel einer solchen Bestimmung sei folgender Fall angeführt:

In Niederschlesien findet man an manchen Stellen Kreidekohlen (Unter-Senon), welche heute übrigens nicht mehr abbauwürdig sind. Dieselben sind tiefschwarz, zeigen starken Glanz und schönen muscheligen Bruch. Trotz dieser für Steinkohlen charakteristischen Merkmale färben

---

[1]) Einige Braunkohlen liefern ausserdem ammoniakalische Destillationsprodukte. So nach Zincken (Physiographie der Braunkohle, Ergänzungsband. S. 1) eine Braunkohle des Monte Bomboli. Die Kreidekohle von Simyrols in Frankreich liefert neben Ammoniak auch etwas Essigsäure.

[2]) Berichte der Deutsch. Chem. Gesellsch. IV. S. 185.

[3]) F. Muck, Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie. Bonn 1881.



sie aber schon in geringer Menge Kalilauge[1]) intensiv dunkelbraun. Infolge dieser Reaktion müssen diese Kreidekohlen als Braunkohlen und nicht als Steinkohlen bezeichnet werden. Neben diesen steinkohlenähnlichen Braunkohlen kommen an anderen Stellen Niederschlesiens aber auch Kohlen desselben Alters vor, welche schon äusserlich als Braunkohle zu erkennen sind und öfters auch mit den dort ebenfalls vorkommenden tertiären Braunkohlen verwechselt wurden. —

2. Die Einteilung der Kohlen auf Grund ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften.

Eine Einteilung der Kohlen auf Grund ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften muss als die in der Praxis gebräuchlichste und auch wichtigste Einteilung bezeichnet werden. Eine solche Einteilung ist in erster Linie für die Steinkohlen durchgeführt, und zwar auf Grund der Verkokbarkeit und auf Grund des Gasgehaltes dieser Kohlen. Eine allgemeine Übereinstimmung herrscht bei dieser Einteilung bis in alle Einzelheiten hinein aber leider noch nicht, weder international noch innerhalb der Grenzen Deutschlands. Vielmehr ist die Abgrenzung der im folgenden angeführten Kohlenarten teilweise recht willkürlich, so dass manche Kohle hier noch zu dieser, dort aber bereits zu jener Gruppe gestellt wird. In diesen Zweifelsfällen handelt es sich aber stets nur um Übergangsglieder. Die Haupttypen sind feststehend.

a) Einteilung der Kohlen auf Grund der Kokbarkeit.

Auf Grund der Kokbarkeit kann man die Kohlen einteilen in:

1. Backende Kohlen, welche in der Hitze schmelzen und Koks geben.

2. Sinterkohlen, welche im Feuer zusammensintern, ohne zu schmelzen.

3. Sandkohlen (nicht verkokbar), welche im Feuer zerbröckeln und einen erdig-lockeren Rückstand hinterlassen.

Um eine derartige Einteilung durchzuführen, muss man die Kohlen auf ihre Verkokbarkeit prüfen.

Als Prüfungsmethode für die Verkokbarkeit einer Kohle empfiehlt Muck[2]) folgendes:

---

[1]) H. Scupin, Die Entstehung der niederschlesischen Senonkohlen. Z. f. prakt. Geol. XVIII. 1910. S. 254 ff.

[2]) F. Muck, Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie. Bonn 1881. S. 8.



„Man erhitzt 1 g der feingepulverten Kohle in einem nicht zu kleinen, mindestens 3 cm hohen, vorher gewogenen Platintiegel bei fest aufgelegtem Deckel über der nicht unter 18 cm hohen Flamme eines einfachen Bunsenschen Brenners so lange, bis keine bemerkbare Mengen brennbarer Gase zwischen Tiegelrand und Deckel mehr entweichen, lässt erkalten und wägt. Der ganze Versuch ist in wenigen Minuten beendigt, dabei aber folgendes wohl zu beachten:

1. Die angegebene Flammenhöhe (18 cm) darf wohl überschritten, aber nicht geringer gewählt werden.

2. Der Platintiegel muss von guter Oberflächenbeschaffenheit sein und während der Erhitzung von einem Dreieck aus dünnem Draht getragen werden.

3. Der Boden des Tiegels darf höchstens 3 cm von der Brennermündung der Lampe entfernt stehen".

Die unter 1—3 genannten Bedingungen müssen eingehalten werden, weil man nur so bei ein und derselben Kohle übereinstimmende, und somit bei verschiedenen Kohlen vergleichbare Resultate erhält.

Nach Beendigung des Versuches erscheint die freie Oberfläche des im Platintiegel hergestellten Kokskuchens:

I. Bei Sandkohle: rauh, feinsandig, schwarz, überall oder doch bis nahe zum Rande locker.

II. Bei Sinterkohle: rauh, feinsandig, schwarz, überall fest gesintert.

III. Bei Backkohle: glatt, metallglänzend und fest.

Zwischen allen drei Typen gibt es Übergänge, welche als gesinterte Sandkohle und backende Sinterkohle bezeichnet werden können.

Den Grad der Backfähigkeit einer Kohle kann man genauer noch dadurch bestimmen, dass man die Kohle zusammen mit einem indifferenten Körper, wie weissem Quarzsand erhitzt. Gute Fettkohlen müssen hierbei in pulverisiertem Zustande innig mit 50 bis 60 Prozent Quarz gemischt nach dem Erhitzen noch eine widerstandsfähige Masse ergeben, welche sich mit der Hand nur in Stücke, nicht aber in Pulver zerdrücken lässt. —

Auf eine andere Möglichkeit, die Kokbarkeit einer Kohle schnell zu bestimmen weist M. A. Pishel[1]) hin. Er pulverisierte in einem Achatmörser eine kleine Menge der zu untersuchenden Kohle. Es zeigte sich bei seinen vielen Versuchen nach dem Ausschütten des Kohlenpulvers nun stets folgendes: Gute Kokkohle blieb in einer dichten

---

[1]) M. A. Pishel, A practical test for coking coals. Economic Geology 1908. S. 265.

Schicht im Mörser haften. Nicht verkokbare Kohle blieb nie haften. Der Mörser war nach dem Ausschütten beinahe ganz rein. Zwischen dem Verhalten dieser beiden extremen Kohlensorten stand eine schwach verkokbare Kohle, welche einen dünnen Kohlenüberzug im Mörser hinterliess. —

b) Einteilung der Kohlen auf Grund ihres Gasgehaltes.

Eine Einteilung der Kohlen auf Grund ihres Gasgehaltes wurde zuerst von Hilt aufgestellt. Derselbe unterschied hierbei folgende Kohlensorten:

Kohlenart	Flüchtige Bestandteile %
1. Anthrazit und Magerkohle .	5 —10
2. Halbfette Kohle	10 —15,5
3. Fett- oder Backkohle . .	15,5—33,3
4. Backende Gaskohle . . .	33,3—40
5. Gasreiche Sinterkohle . . .	40 —44,4
6. Gasreiche Sandkohle . . .	44,4—48

Hierzu bemerkt Hilt (nach Demanet):

1. Die Kohlen unter Nr. 1 erfordern zur Verbrennung starken Zug, geben wenig Gas, eine nicht leuchtende Flamme, keinen Russ und eignen sich zum Hausbrande, zum Brennen der Ziegelsteine und des Kalks, zur Verwendung in allen Herdschmelzöfen und unter gewissen Bedingungen auch zur Heizung von Dampfkesseln.

2. Die Kohlen der zweiten Art sind zu denselben Zwecken verwendbar wie die vorherigen, besonders aber zur Kesselheizung. Mit gasreicheren Kohlen gemischt und bei Anwendung geeigneter Öfen können sie einen guten Koks geben. — Zu dieser Sorte gehört die berühmte smokeless steamcoal von Cardiff.

3. Diejenigen Fettkohlen (Nr. 3), welche 15,5—20 Prozent flüchtige Bestandteile entwickeln, stellen die eigentlichen Koks- und Schmiedekohlen dar. Daran reihen sich mit 20—33 Prozent jener Stoffe die gasreichen Backkohlen, die zu den verschiedensten gewerblichen Zwecken gebraucht werden. Auch sie geben noch einen guten Koks, sind besonders wertvoll zur Heizung der Flammöfen und haben nur den Übelstand, dass sie Rauch entwickeln und leicht erlöschen, besonders in den Zimmeröfen.



4. Die Kohle unter Nr. 4 eignet sich zu ganz denselben Zwecken. Sie ist das vorzüglichste Material zur Leuchtgasbereitung, sowohl was die Menge, als auch was die Güte des Erzeugnisses anbelangt. In gleichem Masse aber beginnt der Gries dieser Kohle schwer verkäuflich zu werden, da er weniger und zerreiblichen, porösen Koks gibt.

5. Die Kohlen Nr. 5 und 6 sind ein gutes Brennmaterial für Flammöfen. Der Gries ist schwer verkäuflich und findet seine hauptsächliche Verwendung bei der Kesselheizung, gibt jedoch eine sehr bedeutende Menge Rauch.

Die relative Menge des Gasgehaltes der Kohlen kann man sehr schnell durch das Beobachten der bei der Verbrennung entstehenden Flamme feststellen. Eine sehr gasarme Kohle, wie Anthrazit, verbrennt stets mit wenig leuchtender und mehr oder weniger rauchloser Flamme. Die Kokskohle und Schmiedekohle (Nr. 3 und 4) verbrennt mit leuchtender, stark russender Flamme. Die Flamm- und Gaskohle (Nr. 5 u. 6) verbrennt mit langer, stark leuchtender und mehr oder weniger russender Flamme.

c) Einteilung der Braunkohlen auf Grund der Verschwelbarkeit.

Die im Vorhergehenden besprochene Einteilung der Kohlen auf Grund ihres Verhaltens beim Verkoken und auf Grund ihres Gasgehaltes gilt in erster Linie für Steinkohlen.

Braunkohlen lassen sich auf Grund ihrer Verschwelbarkeit in drei Gruppen gliedern. Man kann hier unterscheiden:

1. Braunkohle, die aus Humussubstanz hervorgegangen ist. Sie wird vor allem als Feuerkohle benutzt.

2. Pyropissit, der aus harz- und wachsähnlichen Substanzen entstanden ist. Er wird zur trockenen Destillation verwandt, um Paraffin, Öl, Grudekoks, Bitumen usw. zu gewinnen.

3. Pyropissitische Braunkohle, eine Mischung der beiden erst genannten Brennstoffe.

d) Sonstige Kohlen-Einteilungen auf chemisch-physikalischer Grundlage.

Sonstige Kohlen-Einteilungen auf chemisch-physikalischer Grundlage sind oft aufgestellt, dürften aber in der Praxis wegen ihrer teilweise künstlichen und stets nur durch Analysen feststellbaren Grundlagen schwer Eingang finden.

So hat C. A. Seyler[1]) die Kohlen auf Grund des Verhältnisses Kohlenstoff zu Wasserstoff, berechnet auf reine Kohle, gruppiert. Es wurde hierbei unterschieden ein Wasserstoffgehalt von unter 4; 4,0—4,5; 4,5—5,0; 5,0—5,8 und über 5,8 Prozent und ein Kohlenstoffgehalt von über 93,3; 93,3—91,2; 91,2—89,0; 89,0—87,0; 87,0 bis 84,0; 84—80 und 80—75 Prozent. Durch Eintragen dieser Zahlen in ein Rechteckdiagramm kann man dann jede Kohle auf Grund ihrer Analyse einer bestimmten Abteilung des Diagramms zuweisen. Die einzelnen Abteilungen wurden dann von Seyler mit bestimmten Namen belegt, wozu die Vorsilben Meta-, Ortho- und Para- benutzt wurden, wie Metabituminös, Orthobituminös, Parabituminös, Permetabituminös, Submetabituminös usw.

Eine von der „United States Geological Survey"[2]) vorgeschlagene Einteilung benutzt ebenfalls Kohlenstoff und Wasserstoff der Analyse als Grundlage, und zwar das Verhältnis Kohlenstoff zu Wasserstoff (C:H). Die Abtrennung der einzelnen Kohlengruppen, die mit Buchstaben, wie A, B usw. bezeichnet werden, ist natürlich recht willkürlich.

Eine weitere Einteilung berücksichtigt den relativen Brennwert der Kohlen[3]). Derselbe hängt von Kohlenstoff, Wasserstoff und Schwefel ab. So enthält z. B. eine Kohle

Kohlenstoff	78,31	Prozent
Wasserstoff	4,31	„
Schwefel	0,90	„
Summa	83,52	Prozent.

Der relative Brennwert ist alsdann $\frac{100}{0,8352} = 120$; d. h. 120 Kilo dieser Kohle entsprechen 100 Kilo wirklichem Brennstoff.

Eine andere Einteilung nach rein chemischen Prinzipien hat in den letzten Jahren Fr. F. Grout[4]) aufgestellt. Dieser amerikanische Forscher basiert seine Einteilung auf das Verhältnis des in der Kohle enthaltenen gebundenen Kohlenstoffs zum gesamten Kohlenstoffgehalte. Dieses Verhältnis wird an reiner Kohle festgestellt, d. h. nach Abzug von Asche und Wasser.

---

[1]) C. A. Seyler, Chemical Classification of Coal. Proc. S. Wales Inst. Eng., Vol. XXI. S. 483; Vol. XXII, S. 112.

[2]) Report on the Operation of the Coal Testing Plant of the U. S. Geol. Survey. Professional Papers Nr. 48. Part I. S. 156.

[3]) A. Strahan, The Coals of South Wales. London 1908. S. 51.

[4]) Frank F. Grout, The Composition of coals. Economic Geology. II. S. 225. (1907.)

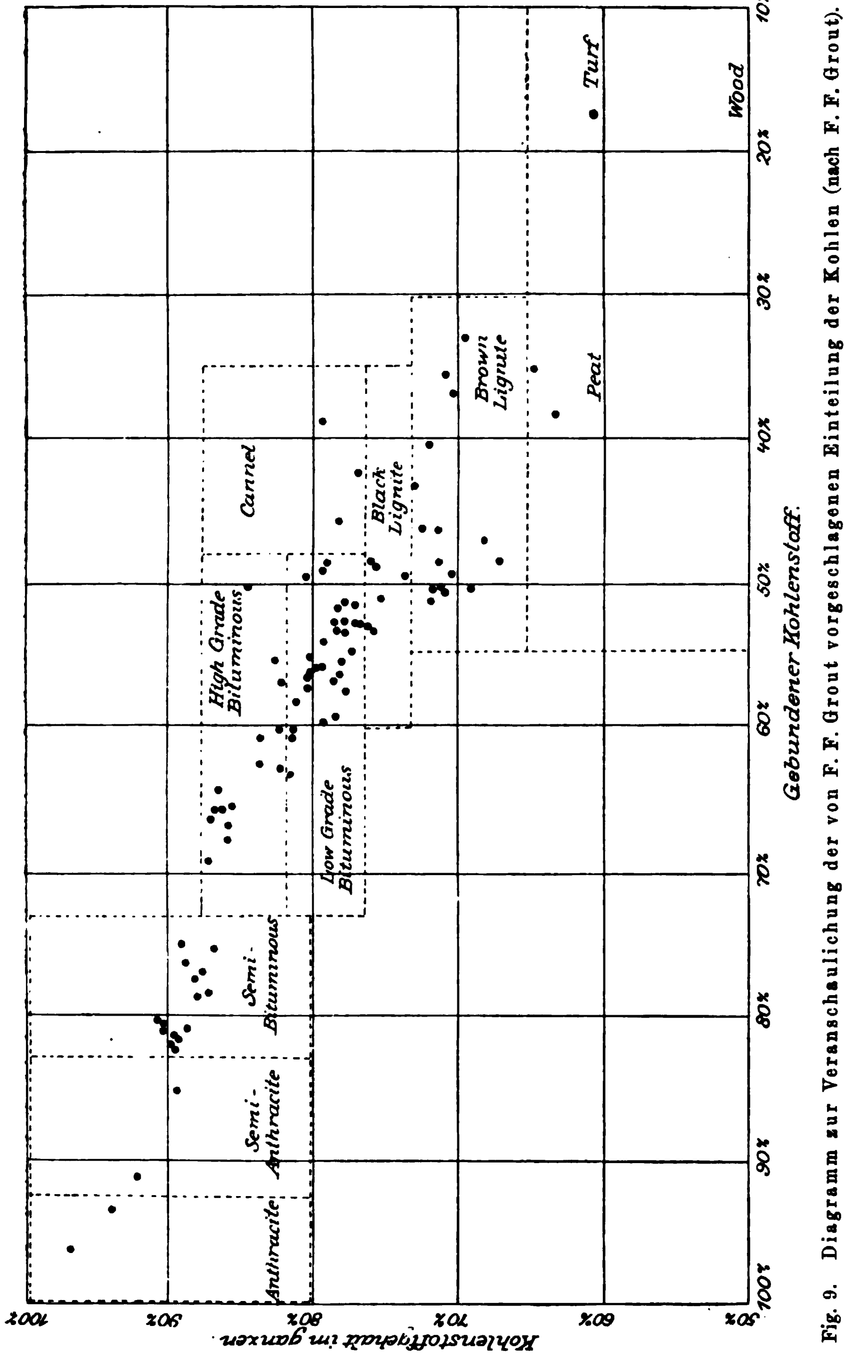


Fig. 9. Diagramm zur Veranschaulichung der von F. F. Grout vorgeschlagenen Einteilung der Kohlen (nach F. F. Grout).

Diese von Fr. F. Grout vorgeschlagene Einteilung ergibt sich aus folgender Tabelle (s. auch Fig. 9). Jede weitere Erläuterung derselben dürfte unnötig sein.

Kohlenart		Gebundener Kohlenstoff %	Gesamt-Kohlenstoff %
Graphit		über 99	—
Anthrazit		über 93	—
Halb-Anthrazit	Steinkohle	83—93	—
Halb-Bituminös	Steinkohle	73—83	—
Bituminös: a) stark	Steinkohle	48—73	82 —88
b) wenig	Steinkohle	48—73	76,2—82
Cannel	Steinkohle	35—48	76,2—88
Schwarze Braunkohle		35—60	73,6—76,2
Braune Braunkohle		30—55	65 —73,6
Torf		unter 55	unter 65

3. Die Einteilung der Stein- und Braunkohlen auf Grund äusserer Merkmale.

Auf Grund äusserer Merkmale sind unter den Stein- und Braunkohlen verschiedene Typen aufgestellt, von welchen einige der wichtigsten im folgenden kurz skizziert seien.

a) Steinkohlen.

Alle Steinkohlen lassen sich in zwei Hauptgruppen gliedern, in Glanzkohlen und Mattkohlen.

Glanzkohlen.

Die Glanzkohle ist die wichtigste Steinkohlenart. Die Hauptmasse der Flöze wird von ihr aufgebaut. Sie ist dunkelschwarz, zeigt lebhaften Glanz und besitzt grosse Sprödigkeit. Ihr Bruch ist muschelig. Sie ist meist aschenärmer als andere Kohlenarten. In bezug auf Verkokbarkeit kann Glanzkohle Sand-, Sinter- und Backkohle sein. Entstanden ist die Glanzkohle aus Humus, d. h. aus Land- und Sumpfpflanzen, die den Vertorfungs- und Inkohlungsprozess durchgemacht haben.

Als besondere Varietät der Glanzkohle muss der Anthrazit genannt werden. Anthrazit ist dunkelschwarz und oft metallisch glänzend. Sein Bruch ist muschelig. Er ist sehr hart (2—2,5), sehr kohlenstoffreich (90—95 Prozent) und hat ein hohes spezifisches Gewicht (1,4—1,7).

Er brennt nur bei lebhaftem Luftzuge mit schwacher Flamme. In bezug auf Verkokbarkeit ist Anthrazit eine Sandkohle.

Mattkohlen.

Mattkohle ist grau bis sammetschwarz von Farbe, wenig glänzend und hat meist unebenen Bruch. Sie besitzt viel grössere Festigkeit als die meist sehr spröde Glanzkohle. Beim Anschlagen gibt sie oft einen holzartigen Klang. Ihr spezifisches Gewicht ist niedriger als das der Glanzkohle. Chemisch unterscheidet sich Mattkohle von der Glanzkohle durch geringeren Gehalt an Kohlenstoff, dagegen höheren Gehalt an Wasserstoff. Sie ist infolgedessen auch gasreicher und brennt angezündet mit lebhafter Flamme. Sie ist eine gute Gaskohle, aber eine schlechte Kokskohle.

Im Kohlenflöz tritt Mattkohle selten für sich allein auf. Meist ist sie linsenförmig oder in dünnen Lagen in Glanzkohle eingebettet. Ihrer Entstehung nach ist Mattkohle meist ein Faulschlammgestein.

Unter den Mattkohlen kann man verschiedene Abarten unterscheiden. Die bekannteste Varietät ist die Cannelkohle. Cannelkohle „bricht nahezu ebenflächig bis flachmuschelig, ist wenig spröde und daher schwer zersprengbar, politurfähig, grau- bis sammetschwarz, selten pechschwarz und erinnert auf dem Bruch an mattgeschliffenes Ebenholz“ (Muck). Ihr spezifisches Gewicht ist sehr niedrig (ca. 1,2). Ihre chemische Analyse ergibt verhältnismässig sehr viel Wasserstoff. Sie ist daher eine gute Gaskohle, Sie entzündet sich leicht und brennt dann mit heller Flamme wie eine Kerze (candle). Ihrer Backfähigkeit nach ist Cannelkohle meist als Sinterkohle zu bezeichnen. Ihr Aschengehalt ist häufig sehr hoch. Im Midlothian Coalfield wird die dortige, mit krachendem Geräusch verbrennende Cannelkohle als „parrot coal“, eine andere, nach verbranntem Horn riechende Cannelkohle als „horn coal“ bezeichnet.

Cannelkohle bildet wie alle Mattkohlen selten selbständige Flöze. Gewöhnlich trifft man sie im Zusammenhang mit Glanzkohle. Sie bildet dann im Hangenden oder Liegenden, selten in der Mitte des Flözes einen schmalen Packen. Am häufigsten findet man aber eine innige Verwachsung beider Kohlen, auf welche im folgenden noch besonders eingegangen sei.

Als besondere Varietäten der Mattkohlen seien ferner folgende Namen noch angeführt.

Bogheadkohle[1]) ist eine aschenreiche Cannelkohle. Ihr Gasgehalt kann bis 70 Prozent der aschenfreien Substanz betragen. Beim Erhitzen unter Luftabschluss bleibt nur Asche als Rückstand zurück.

Als weitere Varietäten seien genannt Torbanit, Kerosinschiefer oder braune Cannelkohle. Von der gewöhnlichen grauschwarzen Cannelkohle unterscheiden sich diese Varietäten vor allem durch ihre Farbe. Kerosinschiefer findet sich in Neu-Süd-Wales. Er besteht zu 10 Prozent aus anorganischem Material. Ähnlich verhält sich der Torbanit, genannt nach dem Orte Torbanehill in Schottland. — Ein cannelartiges Gestein aus West-Virginien hat den Namen „Grahamit" erhalten. — „Hartleyit" ist synonym für Kerosinschiefer, genannt nach Hartley auf Tasmanien. — „Tasmanit" schliesslich ist ein sehr viele Pflanzensporen enthaltender sandiger Schieferton des Mersey River im nördlichen Tasmanien. Dieser Tasmanit ist wahrscheinlich in einem ruhigen Wasser am Meeresstrande entstanden, da in seinem direkten Hangenden und Liegenden viele Meerestiere enthalten sind.

Übergänge zwischen Matt- und Glanzkohle.

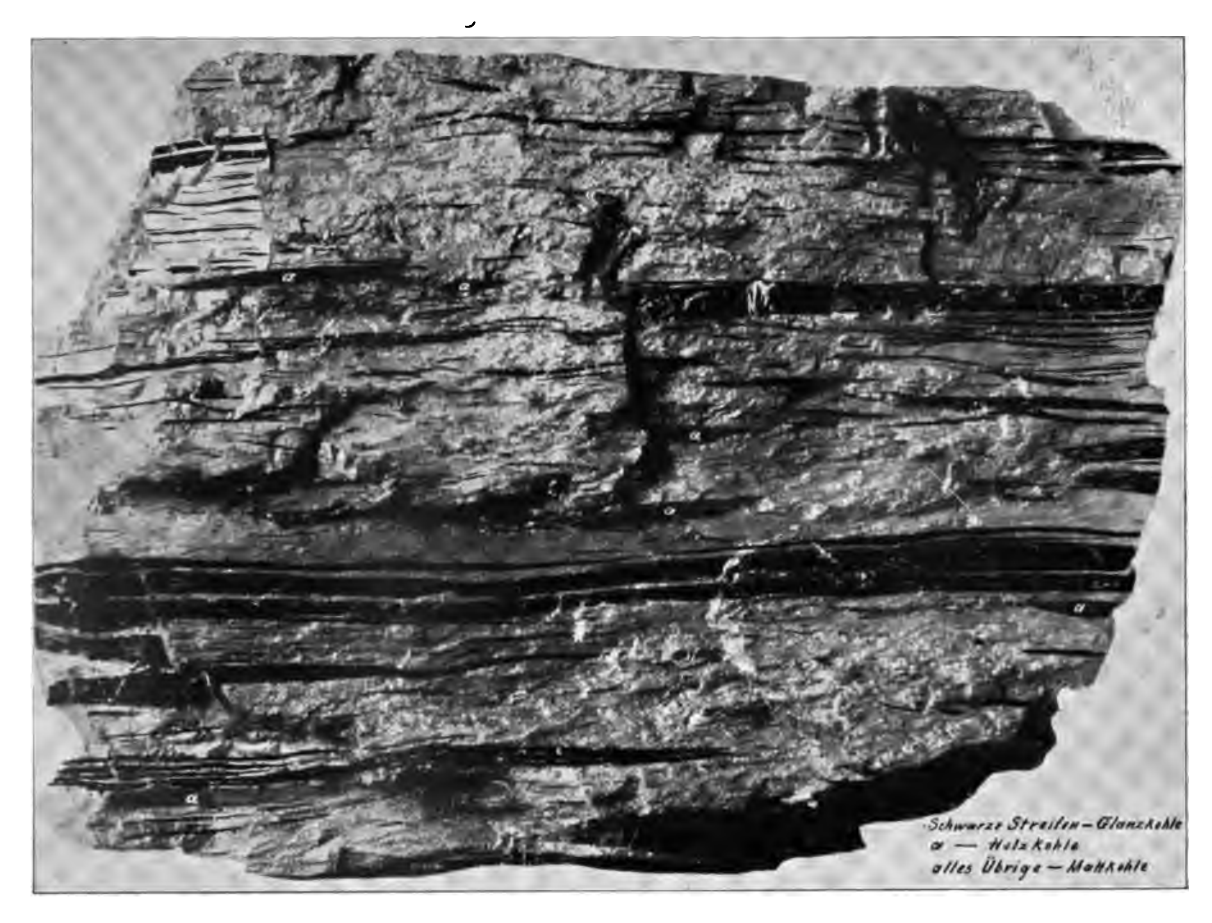
Übergänge zwischen Matt- und Glanzkohle sind zunächst die „Streifenkohlen" (Tafel IV). Mattkohle ist in denselben in mehr oder weniger dünnen Lagen mit Glanzkohle verwachsen. Beide Kohlen sind aber noch getrennt sichtbar. Es entsprechen diese „Streifenkohlen" rezentem „Streifentorf", d. h. einem Torf mit stark sapropelhaltigen Zwischenlagen.

Die Bestandteile solcher westfälischer Streifenkohle hat O. Barsch mikroskopisch genauer untersucht. Der Dünnschliff der Glanzkohlenstreifen zeigte nach diesem Forscher eine flockige Humussubstanz, in welcher zahlreiche Gewebefetzen höherer Pflanzen eingebettet lagen. Mineralsedimente waren nur in ganz geringer Menge vorhanden. Die Grundsubstanz der Mattkohle war ebenfalls flockig, entsprach aber mehr der typischen Grundsubstanz der Cannelkohlen. In der Grundsubstanz der Mattkohlenstreifen lagen ausser vielen und auffallend gut erhaltenen Gewebefetzen höherer Pflanzen auch Sporen und sporenartige Körper. Eine chemische Untersuchung dieser Streifenkohle ergab ein Gasausbringen von 43 Prozent bei den Streifen aus Mattkohle und von 28 Prozent bei Streifen aus Glanzkohle, bezogen auf Reinkohle.

Als Übergang zwischen Matt- und Glanzkohle kann ferner die „Pseudo-Cannelkohle" genannt werden. Nach Muck ist dieselbe

[1]) Genannt nach dem Orte Boghead in Schottland.





Streifen-Kohle aus dem Steinkohlenrevier an der Saar (Grube St. Ingbert in der Pfalz). Natürliche Grösse. Die schwarzen Streifen sind Glanz-(Humus-) Kohle, a sind jedoch Holzkohlenreste. Die hellen Partien sind Matt-(Faul-)Kohle. (Nach Potonié.)

ziemlich spröde, so dass grössere Stücke im Gegensatz zur Cannelkohle leicht in kleinere zerfallen. Ihrem Äussern nach ähnelt sie sonst der Cannelkohle.

Die chemische Analyse und die mikroskopische Untersuchung der Pseudo-Cannelkohle lässt nach O. Barsch[1]) erkennen, dass die Zusammensetzung dieser Kohle im allgemeinen die der Streifenkohle und nicht etwa die der reinen Cannelkohle ist. Mattkohle und Glanzkohle sind in der Pseudo-Cannelkohle innig miteinander vermengt. Unter rezenten Bildungen sind Torf-Sapropele mit ihr vergleichbar.

Sonstige Steinkohlenarten.

Brandschiefer (Kohlenschiefer) ist eine schiefrige, wenig glänzende und sehr aschenreiche Kohle. Seine Farbe ist grauschwarz, bräunlichschwarz oder dunkelschwarz. Man könnte Brandschiefer auch als einen mehr oder weniger mit Kohlensubstanz imprägnierten Tonschiefer bezeichnen. Nach dem Verbrennen des Kohlenstoffes bleibt der anorganische Teil des Schiefers meist als rotgefärbte Masse zurück. Koksausbeute und Gasgehalt der Brandschiefer sind, auf aschenfreie Substanz bezogen, sehr hoch. Wenn die Aschensubstanz sehr gleichmässig im Brandschiefer verteilt ist, kann rein äusserlich eine Verwechslung der Brandschiefer mit Cannelkohle oder Mattkohle eintreten. Als selbständige Kohlenvarietät hat der Brandschiefer heute keine Berechtigung mehr.

Faserkohle (fossile Holzkohle, faseriger Anthrazit) ist grauschwarz bis sammetschwarz, oft seideglänzend und stets abfärbend. Sie zeigt deutliche Pflanzenstruktur. Meist tritt sie in dünnen regellosen Lagen auf. Öfters ist die Faserkohle mit Schwefelkies durchsetzt. Durch reichliches Auftreten von Faserkohle sind die Russkohlen-Flöze in Sachsen ausgezeichnet. In bezug auf Verkokbarkeit erweisen sich die Faserkohlen wie die Anthrazite als Sandkohlen. Die Faserkohle tritt nicht für sich allein in Flözen auf. Sie ist, wenn vorhanden, stets den anderen Kohlen in geringer Menge eingelagert. Den Charakter eines Kohlenflözes (Festigkeit, Gasausbringen, Verkokbarkeit) kann eine Beimengung von Faserkohle merkbar beeinflussen. Faserkohle ist nicht durch Inkohlung, sondern durch Verkohlung entstanden (s. S. 59).

Gagat[2]) (Jet) wurde früher vielfach als Übergang zwischen Glanzkohle und Cannelkohle bezeichnet. Gagat ist schwarzglänzend, gleich-

[1]) O. Barsch, Die Pseudo-Cannelkohle. Jahrb. kg. preuss. geol. L. A. 1908. Berlin 1909. S. 431.

[2]) Genannt nach dem Flusse Gages in Lykien, wo sich Gagat als Einschluss in alluvialen Ablagerungen fand. Die englische Bezeichnung ist jet, die französische jais.



mässig zäh, verhältnismässig hart und politurfähig. Infolgedessen wird er viel zu Ziergeräten verarbeitet. Strich und Verhalten gegen Kalilauge sind ähnlich wie bei Braunkohle. Der Gagat findet sich vor allem im Jura (Lias) Schwabens und Englands, und zwar lagert er hier als angeschwemmter Pflanzenrest in Tonschiefern. Der betreffende Tonschiefer (Posidonienschiefer) ist überaus reich an tierischer organischer Substanz (Ölschiefer). Der Bitumengehalt dieses Tonschiefers ist für die Entstehung des Gagates von ausschlaggebender Bedeutung gewesen. Das in dem bituminösen Tone liegende Holz nimmt nämlich aus seiner Umgebung „Sapropelbestandteile" auf, wodurch es einen hohen Bitumengehalt erhält. Der Zersetzungsprozess, welchen die organische Substanz des Gagates durchgemacht hat, ist demnach teilweise „Inkohlung", teilweise auch „Bituminierung" gewesen.

b) Braunkohlen.

Als Lignit oder lignitische Braunkohle bezeichnet man eine Braunkohle, welche in der Hauptsache aus subfossilem Holz besteht. Dieses Holz ist dann häufig in einer Grundmasse erdiger Braunkohle eingebettet. In der englischen und französischen Literatur wird Braunkohle meist allgemein mit dem Worte „Lignite" bezeichnet.

Erdige oder gemeine Braunkohle ist die normale Braunkohle. Unter diesen Namen fasst man alle dichten, flachmuschelig brechenden und erdigen Braunkohlen zusammen. Ihre Farbe ist hellbraun bis dunkelbraun. Als eine besondere Varietät dieser erdigen Braunkohle muss die Pechkohle angesprochen werden, wie sie z. B. in Oberbayern bekannt ist. Diese Pechkohle ist eine Braunkohle von steinkohlenähnlichem Habitus. Sie ist dunkelschwarz und glänzend, hat aber braunen Strich.

Pyropissit ist ein harziges Gestein von weissgelber Farbe, welches sich stellenweise in Form von Nestern oder dünnen Lagen in Braunkohle findet. Andere Namen für Pyropissit sind Schwelkohle, gelbe Braunkohle, Montanwachs usw. Mit Braunkohle vermischt, bildet Pyropissit die pyropissitische Braunkohle.

Dysodil[1]), auch Blätter- oder Papierkohle genannt, ist ein meist dünnblättriges, zäh lederartiges bis papierartiges Gestein. Bisweilen ist Dysodil auch homogen amorph und hat dann muscheligen Bruch. Dysodil enthält vielfach Blätter, Früchte und Blüten, sowie

[1]) Bedeutet übelriechend (dys = übel, od. = duften). Dieser Ausdruck wurde 1808 von Cordiers eingeführt.



auch Tierreste (Insekten, Fische, Frösche) eingeschlossen. In Verbindung mit Kohlenflözen tritt es nur selten auf. In solchem tertiären Dysodil konnte C. O. Harz noch Chlorophyll nachweisen. Mikroskopisch besteht das Gestein aus einer amorphen Grundmasse, in welcher Reste von Wasserorganismen und eingeschwemmtem Material, wie Pollenkörner von Landpflanzen eingebettet liegen. Charakteristisch ist der hohe Gasgehalt und die leichte Entzündbarkeit des Dysodils. Dysodil ist ein Sapropelgestein.

4. Die Einteilung der Kohlen nach genetischen Prinzipien (Potonié).

Eine genetische Einteilung der Kohlengesteine hat Potonié durchgeführt. Er gliedert die Kohlengesteine in:

a) Fossile Sapropelite.
b) Humuskohlen.
c) Liptobiolithe.

Zur Charakterisierung und Untergruppierung dieser drei Klassen von Kohlengesteinen sei folgendes mitgeteilt:

a) Sapropelgesteine.

Das Ausgangsmaterial der Sapropelgesteine ist der Faulschlamm (Sapropel). Derselbe bildet sich am Grunde von stehenden Gewässern durch Anhäufung abgestorbener Organismen und tierischer Exkremente. Im frischen Zustande ist der Faulschlamm ein dünner fliessender Brei. Im Laufe der Zeit wird er aber fest gallertartig. Für Sapropel in diesem Zustande ist die Bezeichnung Saprokoll (Faulgallerte) vorgeschlagen.

Tertiäre Sapropelite sind die Dysodile, carbonische Sapropelite sind die Cannelkohlen. Für tertiäre Sapropelite will Potonié den Namen Saprodil, für carbonische den Namen Sapanthrakon einführen. Es läßt sich hiernach unter den Sapropelgesteinen analog der Reihe: Torf, Braunkohle, Steinkohle, die Reihe Sapropel, Saprokoll, Sapanthrakon aufstellen.

Enthält ein Sapropelgestein viel psammitisches (sandiges) Material, so spricht man von Sapropsammiten. Bogheadkohlen bezeichnet Potonié als eine Art fossiler Sapropeltone, da sie sehr aschenreich sind. Die fossilen, aus Sapropel hervorgegangenen Kohlen (Sapanthrakone) sind stets Mattkohlen.

b) Humuskohlen.

Unter rezenten Humusbildungen kann man unterscheiden: Torf und Moder (s. S. 44).

Die Torfbildungen werden wieder in zwei Gruppen eingeteilt, in Trockentorf, der sich auf dem Trockenen bildet, und in Moortorf, der im Wasser entsteht. Der Trockentorf besteht „aus zusammenhängenden, dicht gelagerten, schneidbaren humosen Massen", und zeigt zahlreiche, schon makroskopisch erkennbare Pflanzenreste. Der Moortorf kann im „reifen" und „unreifen" Zustande erscheinen. Man bezeichnet ihn als „unreif" im Anfangsstadium der Vertorfung. Die ihn zusammensetzenden Pflanzenteile sind alsdann noch ziemlich frisch und deutlich erkennbar. Der „reife" Torf („Specktorf") bildet einen Übergang zum Dopplerit, einem fest gallertartigen Körper, der aus dunkler Humussäure besteht. Das tertiäre Äquivalent dieses Dopplerites ist der Zittavit. Für besondere Torfarten findet man je nach Pflanzenmaterial und Entstehung noch folgende Namen angegeben: Schwemmtorfe, Häckseltorfe, Driftholztorfe, Laubtorfe, Bröckeltorfe usw.

Eine andere Humusbildung ist der Moder. Als Moder bezeichnet man Pflanzenmaterial, welches in Verwesung und Vermoderung begriffen ist. Für die Entstehung von Kohlenflözen kommt Moder an und für sich weniger in Betracht. Da die Prozesse der Vermoderung und Vertorfung ineinander übergehen, so ist eine scharfe Grenze zwischen beiden nicht zu ziehen.

Aus Humus entstehen die typischen Kohlen. Die aus Humus hervorgegangenen Steinkohlen sind Glanzkohlen.

Gesteine, welche aus Sapropelmaterial und Humus gemischt sind, kommen auch vor. Im Torfstadium kann man solche Gesteine Sapropeltorfe oder Torfsapropele benennen. Hierbei kann man unterscheiden: Streifentorfe, bei welchen Sapropel- und Torflagen miteinander abwechseln, ferner Sumpftorfe, bei welchen infolge gleichzeitiger Ablagerung eine innige Vermengung beider Bestandteile eingetreten ist, und schliesslich Doppleritsapropele, in welchen der Sapropel viel Humussäure enthält. Unter den Kohlengesteinen erscheinen alsdann die Streifentorfe als Streifenkohlen und die Sumpftorfe resp. Doppleritsapropele als „Pseudocannelkohlen". —

Humuskohlen und Sapropelgesteine kann man auf verschiedene Weise leicht unterscheiden. Um die früher angegebenen Unterscheidungsmerkmale nicht noch einmal zu wiederholen, sei nur auf die früher mitgeteilte Tabelle hingewiesen (S. 46). Hier seien noch einige Reaktionen angegeben[1]).

[1]) Siehe Potonié und Gothan, Palaeobotanisches Praktikum. Berlin 1913.



Mischt man zu gleichen Teilen Kohle und $KClO_3 + HNO_3$ (Schulzesches Reagens), so wird die Lösung bei beiden Kohlenarten verschieden gefärbt, bei Cannelkohle hellgelb, bei Glanzkohle schwarzbraun. Die Farbe rührt von in Lösung gebrachten Humusstoffen her.

Eine andere Methode ist folgende: Man nimmt kleine Kohlenstückchen und übergiesst sie mit Ammoniak (NH_3). Alsdann erwärmt man die Flüssigkeit und lässt sie längere Zeit (1—2 Tage) stehen. Bei humusarmen Gesteinen färbt sich alsdann die Flüssigkeit hellgelb, bei humusreichen aber rotbraun. Auch Chromsäure gibt durch Farbenreaktion Aufschluss über den Charakter der Kohlen, wobei Sapropelgesteine eine grüne, Humusgesteine eine rotbraune Färbung der Lösung geben.

c) Liptobiolithe.

Den Sapropeliten und Humusgesteinen schliesst Potonié als dritte Klasse die Liptobiolithe an. Es sind dies stark harz-, wachsharz- oder wachshaltige Stoffe. Dieselben finden sich vor allem zusammen mit Braunkohlen. Aus dem Carbon sind sie unbekannt. Da auf diese Liptobiolithe an anderer Stelle nicht weiter eingegangen wird, so mögen hier einige Mitteilungen über dieselben folgen.

Die Pflanzen der Tertiärformation unterscheiden sich von den Pflanzen des Carbon unter anderem dadurch, dass sie harzausscheidende Organe besassen. Die Harzausscheidung diente vor allem dem Zwecke des Wundverschlusses. Wir finden daher in den aufrechtstehenden Baumstümpfen des Senftenberger Braunkohlenrevieres oft eine sehr harzreiche Kohle. Diese ist dadurch entstanden, dass nach dem Abbrechen des Stammes sich hier eine grössere Menge Harz, analog dem Verkienen rezenter Baumstümpfe, angesammelt hatte.

Diese Harzmassen tertiärer Bäume konnten sich nun unter besonderen Umständen anreichern. Beispiele hierfür finden wir im Zeitz-Weissenfelser Revier. Die dortigen weissgelblichen Harzkohlen sind unter dem Namen „Pyropissit“ bekannt. Auf sie gründet sich die Schwelindustrie des dortigen Revieres.

Eine Anreicherung harzähnlicher Substanzen ist auf zweierlei Wegen möglich. Lagen harzführende Pflanzenteile trocken und unbedeckt zutage, so konnten die Humusbestandteile verwesen und hierdurch verschwinden, während die schwerer zersetzbaren Harzsubstanzen zurückblieben und sich so anreicherten. Auf diese Weise sind pyropissitische Lager und Schmitzen in autochthoner Braunkohle wohl oft entstanden.

Andererseits können Pyropissitvorkommen auch allochthoner Entstehung sein. Sie sind dann entstanden durch eine nasse, natürliche Aufbereitung. Infolge des verschiedenen spezifischen Gewichtes hat sich Kohle und Harz nach einem Wassertransport an verschiedenen Stellen abgelagert. Hierbei fand eine Ablagerung des Pyropissites vor allem an den ruhigsten Stellen der Gewässer statt. Zudem ist zu berücksichtigen, dass infolge dieses Wassertransportes sich die Humusbestandteile zum Teil auch zersetzten, und dass hierdurch sich wiederum die Harzbestandteile weiter anreichern konnten.

Zwischen Braunkohle und Pyropissit ist an vielen Stellen eine scharfe Grenze nicht zu ziehen. Oft ist beides innig vermischt. Bei starker Vergrösserung sieht man dann, dass zahlreiche kleine Harztrümchen die Braunkohle durchsetzen. Für die berühmte Schwelindustrie des Zeitz-Weissenfelser Reviers kommt heute nicht mehr der reine Pyropissit, sondern nur noch pyropissithaltige Braunkohle in Betracht. —

Von anderen harzartigen Bestandteilen der Tertiärzeit sei nur kurz folgendes noch mitgeteilt. Das bekannteste Harz ist der Bernstein (Succinit). Er findet sich vor allem in Ostpreussen (Samland), wo er bereits auf sekundärer Lagerstätte in der dortigen blauen Erde lagert. Auf dritter oder vierter Lagerstätte findet man ihn im Diluvium und Alluvium vieler Gegenden Nordeuropas. Andere Liptobiolithe sind die folgenden, die je nach Eigenschaft, Zusammensetzung und Herkommen verschiedene Namen erhalten haben (angeführt nach Potonié): Beckerit, Euosmit, Gedanit („mürber Bernstein"), Glessit (Var. d. Bernsteins), Ixolyt, Jaulingit, Krantzit, Melanchym, Piauzit, Pyroretin, Refikit, Retinit (Sammelname für Harzstücke der Braunkohle), Rumänit, Rosthornit, Schraufit, Siegburgit, Symatit, Wheelerit usw.

Zu den rezenten Liptobiolithen gehört unter anderem auch der Denhardtit, welchen man in grossen Ablagerungen am Tanaflusse in Britisch-Ostafrika findet.

Den pyropissitischen Braunkohlen entsprechen die heutigen Harz- (= Resinit-)Torfe.

5. Sonstige handelsübliche Einteilungen.

In Technik und Handel sind zudem noch zahlreiche, z. T. rein lokale Bezeichnungen für verschiedene Kohlensorten üblich.

So versteht der Braunkohlenbergmann unter „Knorpelkohle" eine dichte Braunkohle, die sich in grossen Stücken gewinnen lässt

(= „Krabbenkohle“ am Niederrhein); während er „Klarkohle“ die Kohle nennt, welche beim Anhauen sofort in kleine Stücke zerfällt (= „Rieselkohle“).

Mit „Förderkohle“ bezeichnet man im Handel jede Kohle, wie sie aus der Grube kommt. Dieselbe wird vor dem Verkauf oft erst nach Korngrösse getrennt. Je nach der Korngrösse kann man alsdann unterscheiden „Stückkohle“ und „Gries“. Den letzteren separiert man noch in Nusskohle von verschiedener Grösse und in Fein- oder Staubkohle. Das bei der nassen Aufbereitung zurückbleibende feinste Produkt wird als Schlammkohle bezeichnet. Die Feinkohle verarbeitet man, wenn Fettkohle vorliegt, zu Koks, bei Mager- oder Flammkohlen zu Briketts. — Je stückreicher eine Kohle ist, desto höheren Handelswert hat sie meist unter sonst gleichen Umständen. Man muss daher beim Abbau stets auf einen möglichst grossen Stückkohlenfall hinstreben.

Ausser diesen Kohlenbezeichnungen gibt es noch eine grosse Zahl anderer Namen. Dieselben charakterisieren sich zum grossen Teil durch ihre Benennung von selbst. Viele dieser sonstigen Namen sind zudem bei Besprechung der anderen Einteilungsprinzipien ausführlicher erläutert.

F. Die Verwendung der Kohle.

Über die Verwendung der Kohle ist bereits bei Besprechung der Einteilung der Kohlen nach physikalischen und chemischen Prinzipien das meiste mitgeteilt. Die einzelnen Kohlensorten werden, wie aus den dortigen Ausführungen ersichtlich, je nach ihrem Charakter zu mehr oder weniger verschiedenen Zwecken verwandt.

Die wichtigste Verwendung der Kohle ist jedenfalls die Verwendung derselben als Brennstoff zur Erzeugung von Wärme und damit zur Gewinnung von Kraft. Die direkte Ausnutzung des Heizwertes der Kohle erfolgt dann durch Verbrennen unter Dampfkesseln zur Erzeugung von Dampf, durch Verbrennen in Kochherden und Zimmeröfen usw. Eine indirekte Ausnutzung des Heizwertes erfolgt durch Überführung der Kohle in den gasförmigen Zustand vermittels besonderer Gaserzeuger und Verwendung des Gases in Gasmaschinen (Wassergas, Dowsongas, Mondgas usw.).

Die grösste Ausnutzung der Steinkohle erreicht man ohne Zweifel durch Umsetzung derselben in Koks und Gas, wobei alle möglichen Nebenprodukte gewonnen werden. Das Gas gebraucht man alsdann zur

Dampfkesselheizung, zum Betrieb von Gaskraftmaschinen, zur Beleuchtung und zu anderen Zwecken. Als Hauptnebenprodukte werden bei dieser Umsetzung vor allem Ammoniakwasser und Teer erhalten. Der Teer wird dann später zur Gewinnung der zahlreichen in ihm vorhandenen Verbindungen weiter verarbeitet (Fig. 10).

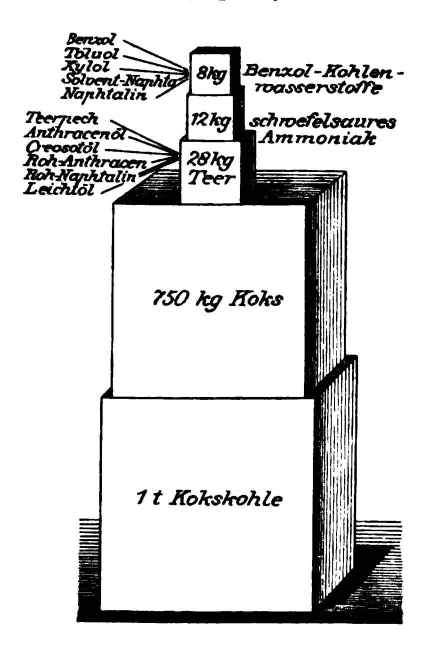


Fig. 10.
Graphische Darstellung des Ausbringens an Nebenprodukten bei der Verkokung von einer Tonne Kokskohle (nach Kukuk).

Die Braunkohlen finden in erster Linie ebenfalls als Brennstoff Verwendung. Als Nebenprodukte gewinnt man aus gewissen Braunkohlen durch Schwelbetrieb und Extraktion noch Teergase, welche in leichte Öle, Paraffinöle und Schmierparaffin weiter verarbeitet werden.

In seltenen und besonderen Fällen wird Braunkohle auch noch zu anderen Zwecken gebraucht. So wurde früher schöne braune, erdige Braunkohle aus dem niederrheinischen Revier unter dem Namen „Kölnische Umbra“ als Farbstoff benutzt.

II. Das Kohlenlager.

Kohle ist zersetzte Pflanzenmaterie. Kohlenlager sind demnach Anhäufungen zersetzter Pflanzensubstanz.

A. Die Entstehung der Kohlenlager.

I. Allochthone und autochthone Kohlenlager.

(Bodenfremde und Bodeneigene Kohlenlager.)

Eine Anhäufung von Pflanzensubstanz kann in der Natur auf zweierlei Weise erfolgen. Das Pflanzenmaterial kann sich dort anhäufen, wo es gewachsen ist, oder es wird von dem Platze seines Wachstums forttransportiert und häuft sich dann an anderer Stelle an.

Anhäufungen von Pflanzen am Orte ihres Wachstums bezeichnet man als autochthone Bildungen, die hieraus entstandenen Kohlen als autochthone oder bodeneigene Kohlen. Solche autochthonen Pflanzenansammlungen finden wir heute vor allem in Mooren.

Ansammlungen von Pflanzenresten fern vom Orte ihres Wachstums nennt man dagegen allochthon, und die hieraus entstandenen Kohlen allochthone, d. h. bodenfremde Kohlen. Ansammlungen solcher transportierter Pflanzenmassen findet man heute an den Küsten der Meere und Seen, besonders dort, wo treibholzreiche Flüsse einmünden.

Eine derartige Zweiteilung der Kohlenlager in allochthone und autochthone ist nicht neu. Sie führte schon 1838 Link durch. Derselbe äusserte sich hierüber unter anderem in folgender Weise[1]: „Zwei Meinungen über den Ursprung der Steinkohlen und Braunkohlen sind in den neueren Zeiten herrschend geworden und haben alle übrigen, wie es scheint, mit Macht unterdrückt, zwischen beiden ist der Sieg unentschieden geblieben. Die eine hält die Steinkohlenlager für

[1]) Angeführt nach H. Potonié, Die Entstehung der Steinkohle. Berlin 1910. S. 8.

Anhäufungen von Baumstämmen, aus entwurzelten Wäldern entstanden, und durch grosse Ströme zusammengeschwemmt; die andere hält sie für den Torf der Urwelt.“

Eine klare Unterscheidung und Gliederung autochthoner und allochthoner Kohlen wurde in neuerer Zeit aber erst von H. Potonié[1]) durchgeführt. Derselbe unterscheidet:

I. Autochthonie. Die Pflanzenmassen resp. Kohlen sind bodeneigen, d. h. sie finden sich dort, wo die sie zusammensetzenden Pflanzen lebten. Man kann hierbei spezieller unterscheiden:

1. Terrestrische Autochthonie. Es handelt sich alsdann um autochthone Anhäufungen von Landpflanzen.

2. Aquatische Autochthonie. In diesem Falle sind hauptsächlich Wasserpflanzen (z. B. Süsswasseralgen) angehäuft. Zwischen aquatischer Autochthonie und echter Allochthonie gibt es Übergänge.

II. Allochthonie. Die Pflanzenmassen resp. Kohlen sind bodenfremd, d. h. sie sind vom Orte ihres Wachstums forttransportiert und an anderer Stelle abgelagert. Ein solcher Transport kann erfolgen:

1. Durch Wehen (Wind). Für die Bildung von Kohlenlagerstätten kommt dieser Fall im allgemeinen nicht in Betracht.

2. Durch Verschwemmung (Wasser). Hierbei kann man unterscheiden:

a) Stranddrift oder Uferdrift, bei welcher Pflanzenreste an ein Ufer angeschwemmt wurden (Tanganschwemmungen usw.).

b) Flözdrift, bei welcher sich das organische Material unter Wasser absetzte. War der Transport ein kurzer, so kann man von Nahedrift, war er ein langer, so kann man von Ferndrift reden. Ferner kann man unterscheiden zwischen einem Transport von rezentem (abgestorbenem oder noch lebendem) oder bereits fossilem Materiale.

3. Durch Moorausbrüche (Murgänge) und Rutschungen (Schlipfe).

4. Durch Niederschlag aus Lösungen. Hierbei kann es sich handeln um Humussäure-Niederschläge aus „Schwarzwasser“ und um Niederschläge aus gewanderten Umbildungsprodukten von Sapropel-Bestandteilen (Petroleum).

---

[1]) H. Potonié, Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Abh. der Kgl. preuss. geol. Landesanstalt. Heft 55, Bd. I, S. 27 ff. Berlin 1908.



Scharfe Grenzen zwischen diesen einzelnen Ablagerungsmöglichkeiten organischer Materie lassen sich oft nicht ziehen. Bei Beurteilung der Entstehung eines Kohlenlagers muss man zudem bedenken, dass bei der Bildung immer mehrere Ablagerungsarten gleichzeitig eingetreten sein können. Eine derselben herrschte dann aber wohl immer weit vor, so dass diese eine Ablagerungsart dem ganzen Kohlenlager dann ihren Stempel aufgedrückt hat.

a) Autochthone Kohlenlager.

Eine autochthone Entstehung der Kohlenlager hatte schon am Ende des 18. Jahrhunderts von Beroldingen angenommen. Derselbe war der Ansicht, „dass die Steinkohlen ebenfalls grösstenteils aus dem Pflanzenreiche herstammen, und dass sie ursprünglich nichts anderes, als durch besondere Vorfälle, vorzüglich durch Überschwemmungen, mit verschiedenen und oft häufigen Erdlagern zugedeckte, zuweilen Dammerde, zuweilen Bäume und am gemeinsten aber überschwemmte und mit Erdreich bedeckte Torfmoore seyn, die durch die Arbeiten der Natur endlich in Steinkohlen umgeformt worden" sind. Ebenso haben de Luc, A. Brongniart, Unger, Heer und andere die „Moortorftheorie" vertreten. Auch C. Fr. Naumann[1]) meint, „dass den meisten und ausgedehntesten Flözen ihr Material durch eine Vegetation in situ geliefert worden" ist.

Das beste Beispiel autochthoner Pflanzenanhäufung sind die heutigen Moore. Der Humusbestand dieser Moore vergrössert sich vor unseren Augen fortgesetzt durch ständiges Pflanzenwachstum. Ausgenommen hiervon sind nur sogenannte „tote" Moore, welche infolge, meist künstlicher, Entwässerung keinen Vegetationsbestand mehr führen.

Eine Antwort auf die Frage nach der Entstehung autochthoner Kohlenlager gibt uns daher am sichersten ein Studium rezenter Moorbildungen.

Rezente Moore.

Unter den rezenten Mooren unterscheidet man Flachmoore, Zwischenmoore und Hochmoore.

Flachmoore findet man vor allem in Niederungen. Die Oberfläche dieser Flachmoore ist eben oder nahezu eben. Spezieller unterscheidet man bei den Flachmooren: Flachmoorsümpfe, Flachmoorwiesen und Flachmoorwälder (Tafel V).

---

[1]) C. Fr. Naumann, Geognosie II. S. 513—580. 1854.



Zwischenmoore sind Übergangsmoore zwischen Flachmoor und Hochmoor.

Hochmoore bilden sich über den Flachmooren, bisweilen auch direkt über ausgelaugten Böden. Hochmoore haben also stets unter sich eine nahrungsarme Isolierschicht. Infolge dieses Nahrungsmangels leben auf Hochmooren nur kleine, bedürfnislose Pflanzen. Eine Vorbedingung für das Wachstum der Hochmoore ist stets eine genügende



Fig. 11.
Photographie eines typischen Hochmoores, Komosse in Schweden, ca. 5000 ha gross, 30 km südwestlich von Jönköping (nach H. v. Feilitzen).
Infolge von Nahrungsmangel wachsen auf Hochmooren nur kleine, bedürfnislose Pflanzen.

Menge atmosphärischer Niederschläge. Der zentrale Teil der Moore liegt charakteristischer Weise immer höher als der randliche Teil, worauf auch der Name Hochmoor zurückzuführen ist (Fig. 11).

Das Zersetzungsprodukt der angehäuften pflanzlichen Substanz dieser Moore bezeichnet man als Humus. Aus solchem Humus geht die Hauptmasse der Kohlen hervor.

In Moorgegenden haben wir Gelegenheit, auch das zweite Kohlengestein, das Sapropelgestein, in seiner Entstehung kennen zu lernen. Sapropel bildet sich, wie wir früher bereits auseinandersetzten, in



Photographie eines typischen Flachmoorwaldes.

Erlen-Standmoor in Gr.-Lichterfelde (durch den Bau des Teltowkanals vernichtet). Alnus glutinosa, der mittlere Stamm mit Humulus lupulus, rechts davon Cornus sanguinea, links Sambucus nigra, im Vordergrunde Urtica dioeca. (Nach Potonié.)



Das Verlanden eines Flachmoor-Sees durch Sapropelanhäufung. (Nach Potonié.)
a Wasser, b Sapropel, c Röhricht. (Liebemühl in Ostpreussen.)

stagnierenden Gewässern. Die in solchen stehenden Gewässern lebenden tierischen und pflanzlichen Organismen sinken nach ihrem Absterben zu Boden und häufen sich hier zu Sapropel (Faulschlamm) an. Von pflanzlichen Organismen sind vor allem ölführende Algen Bestandteile des Sapropels. Eingewehte oder eingeschwemmte fremde Substanzen sind in den Sapropelablagerungen immer in grösserer Menge enthalten. Infolgedessen ist auch der Aschengehalt der Sapropelgesteine ein recht hoher.

Autochthone Sapropel- und Humusablagerungen bilden sich heute meist gemeinsam in allen Moorgegenden. Innerhalb Deutschlands wird von H. Potonié als besonders geeignet zum Studium die Gegend des Memeldeltas in Ostpreussen empfohlen. Am Boden von Wasserbecken sammeln sich hier im Moore an geeigneten Stellen mächtige Sapropelablagerungen an, welche schliesslich den ganzen See ausfüllen und verlanden (Tafel VI). Vom Ufer her rücken dann Sumpfpflanzen immer weiter in den See hinein vor, indem sie den randlich aus dem See auftauchenden Sapropel als Boden benutzen und mit ihren Wurzeln durchdringen. Ist schliesslich der See durch vollständiges Verlanden verschwunden, so nehmen die Sumpfpflanzen das ganze Areal des früheren Sees ein. Statt Sapropel bildet sich dann Torf.

Der Flachmoorcharakter autochthoner Kohlenlager.

Nach den bisherigen Mitteilungen drängt sich einem von selbst die Frage auf: Sind autochthone Kohlenlager fossile Flachmoore oder fossile Hochmoore?

Die Antwort auf diese Frage lautet: Die meisten der autochthonen Kohlenflöze entsprechen fossilen Flachmooren. Hochmoorbildungen sind unter den Kohlenablagerungen bisher mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen.

Entscheiden kann man diese Frage durch ein Studium der fossilen Pflanzenreste. Dieselben weisen fast stets auf grosse Pflanzen und auf eine üppige Vegetation hin, wie man sie in Flachmooren vorfindet. In Hochmooren trifft man stets nur kleine Pflanzen an. Es spricht dieser Umstand also für eine Flachmoornatur der Kohlenflöze.

Ferner besitzen nach Potonié Hochmoorpflanzen aus Nahrungsmangel nur ein sehr kleinzelliges Holz, die Bäume der Flachmoore dagegen sind raschwüchsiger und grösserzellig. Die Bäume der tertiären und carbonen Kohlen zeigen das letztere Merkmal, welches für Flachmoore charakteristisch ist.

Calamiten und viele andere Pflanzen, die man in Kohlenflözen finden, erweisen sich zudem als Vertreter einer echten Sumpfflora, wie man sie in Flachmooren antrifft. So zeigen Sumpfpflanzen oft einen eigenartigen Etagenbau, welcher sie befähigt, mit dem Moor in die Höhe zu wachsen. Diese Fähigkeit kann man auch bei einzelnen Carbonpflanzen beobachten, wie z. B. bei einzelnen Calamiten. Sodann ist eine horizontale Ausbreitung der unterirdischen Organe charakteristisch für in Sumpf und Moor wachsende Bäume. Die betreffenden Bäume erhalten hierdurch eine bessere Stütze. Im Carbon zeigen die Stigmarien sehr schön diese horizontale Ausbreitung. — Weiter findet man bei Sumpfbäumen eine oft auffällige Verbreiterung des unteren Stammteiles. Diese Verbreiterung ist in rezenten Mooren bei Nyssabäumen und bei Taxodien bekannt (Tafel VII). Im Carbon findet man derartige Wachstumserscheinungen bei Sigillarien (Tafel VIII).

Ferner spricht für eine Flachmoornatur der Kohlenflöze auch das allerdings meist seltene Vorkommen von Gesteinsgeröllen inmitten autochthoner Flöze. Diese Gerölle sind, wie an anderer Stelle näher auseinandergesetzt wird, verstrickt im Wurzelgeflecht von Bäumen in das frühere Moor hineingeschwemmt. Hochmoore haben aber keine Zufuhrwege für Einschwemmungen, so dass also Gerölle innerhalb von Flözen für Flachmoor und gegen Hochmoor sprechen.

Charakteristische Merkmale für eine autochthone Entstehung der Kohlenflöze.

Die Merkmale, welche für eine Autochthonie der Kohlenlager angeführt werden können, sind vor allem folgende:

Im Liegenden autochthoner Kohlenflöze findet man oft Wurzeln und andere unterirdische Pflanzenorgane, welche für ein Wachstum der Pflanzen an Ort und Stelle der jetzigen Kohlenablagerung sprechen. Bekannt sind so im Liegenden von Steinkohlenflözen die Wurzeln carbonischer Pflanzen, der sogenannten Stigmarien.

Die Lage und Anordnung dieser Wurzelgebilde im Tonschiefer ist heute häufig noch dieselbe wie zur Zeit des Wachstums dieser Pflanzen. Die einzelnen Wurzeln verlaufen mit ihren Anhängseln, den sogenannten „Appendices", oft heute noch radial von einem Hauptkörper aus (Tafel IX). Diese radiale Anordnung der unterirdischen Organe kann nach einem Wassertransporte nicht erhalten bleiben. Denn ein festes Gewebe haben diese Stigmarien nie besessen. Aus der Erde heraus-

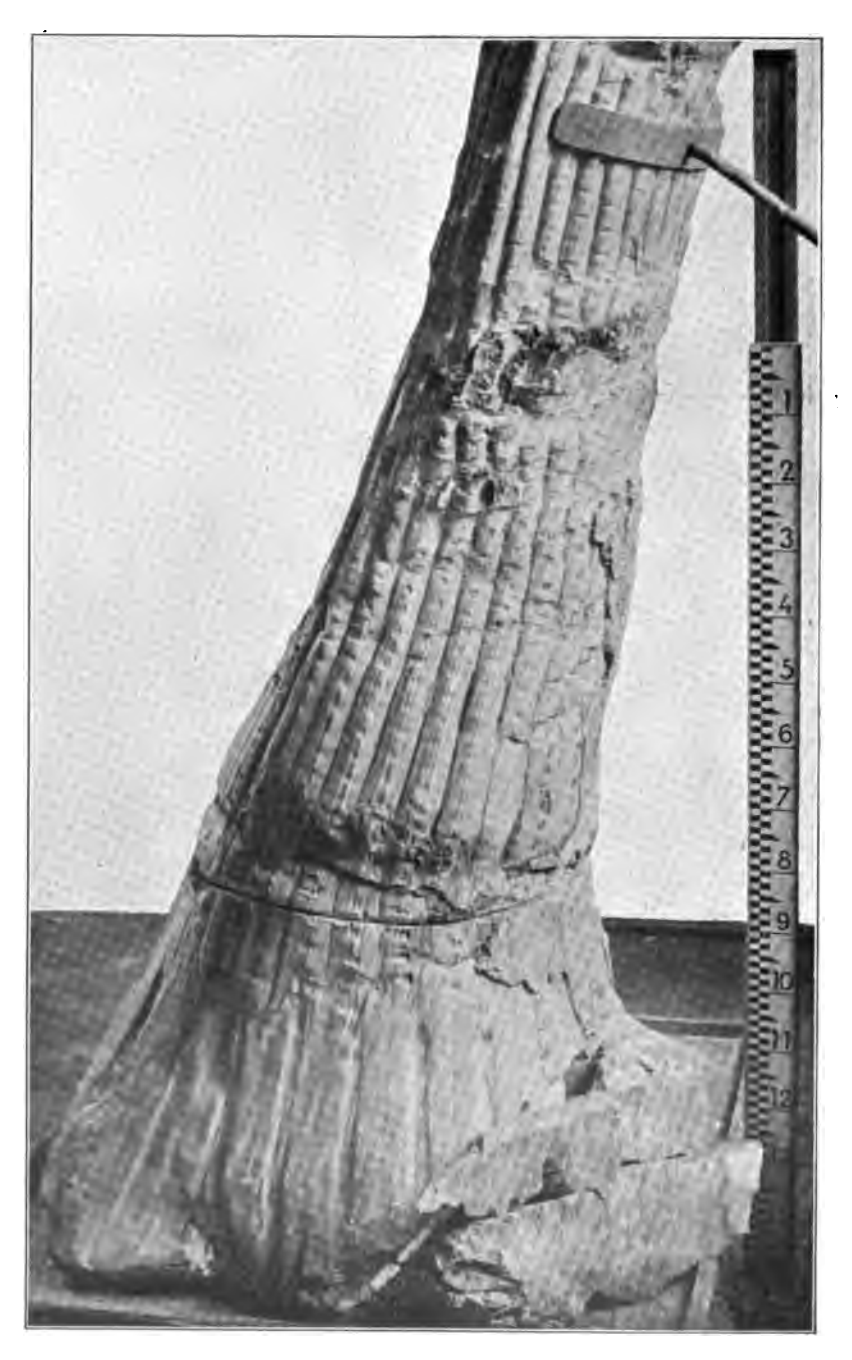


Tafel VII



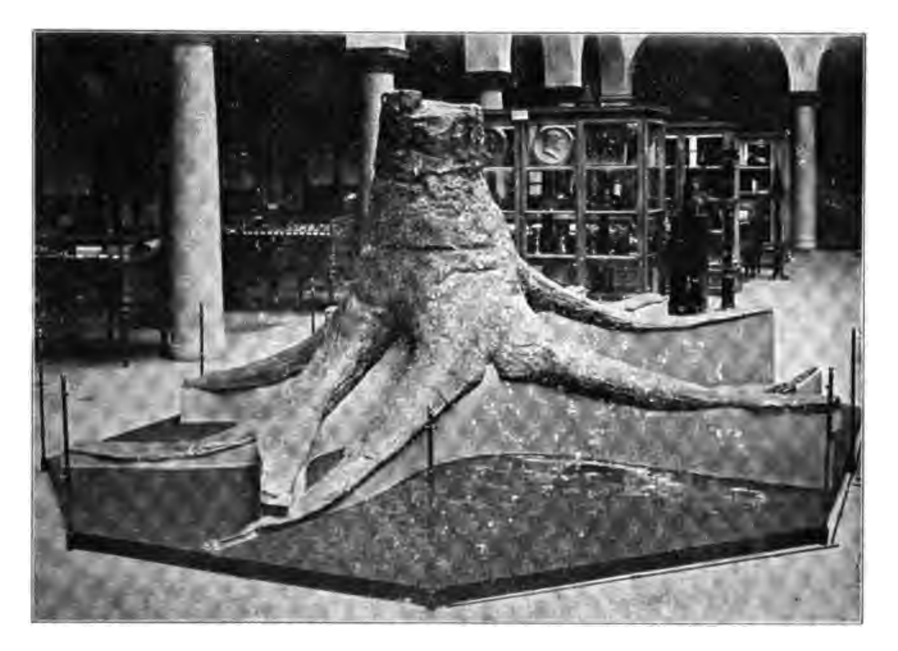
Vier mächtige Nyssa-Bäume (sonst auch Taxodium) mit verbreitertem Stammgrund. Die Verbreiterung des unteren Stammteiles ist charakteristisch für Sumpfpflanzen. (Nach Potonié.)

Tafel VIII



Sigillaria-Stammbasis im Syringodendron-Erhaltungszustand. Unten der Stamm **breit auseinandergehend. Diese Verbreiterung ist charakteristisch für Sumpfpflanzen. Aus dem produktiven Carbon von Zwickau.** (Nach Potonié.)

Tafel IX



Stigmaria mit Stammstumpf. Die radiale Anordnung der unterirdischen Organe ist charakteristisch für „Autochthonie" dieser Pflanze. Vom Piesberg bei Osnabrück. Das Fossil steht jetzt im Lichthof der Kgl. Geologischen Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin. (Nach Potonié.)

Tafel X

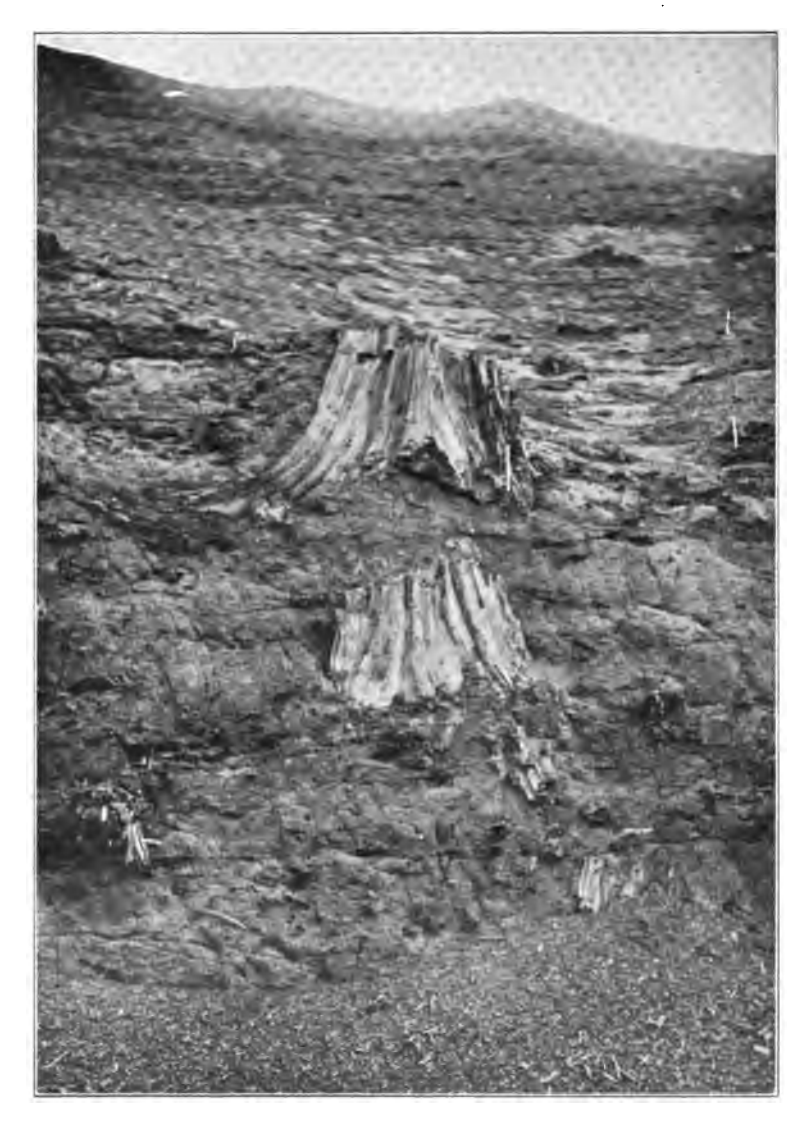


Sapropel-Kalk als Röhrichtboden (Wurzelboden). Aus dem Liegenden eines Torflagers $^1/_1$. (Nach Potonié).



Baumstümpfe auf der Sohle des Braunkohlenflözes der Grube Renate (Niederlausitz). Solche fossilen Waldböden sprechen für Autochthonie der begleitenden Kohle. (Nach einer von der B. A.-G. Ilse zur Verfügung gestellten Photographie). Im Hintergrunde die Braunkohlenwand, darüber Abraum (Tertiär und Diluvium).

Tafel XII



Übereinander stehende Baumstümpfe in einem Braunkohlenflöz der Niederlausitz.
(Nach einer zur Verfügung gestellten Photographie der Grube Ilse).

gezogen würden die einzelnen Glieder vielmehr „wie nasse Lappen“ herunterhängen. Die Stigmarienböden unter den Steinkohlenflözen sind daher als alter Vegetationsboden zu betrachten, auf welchem die Pflanzen lebten, welche das heutige Kohlenflöz aufbauen. Es sprechen daher solche Stigmarienböden für eine autochthone Entstehung der überlagernden Kohle.

In Kohlengruben erkennt man solche Stigmarienböden mitunter schon am Bruche des Gesteins. Der Tonschiefer bricht bei Anwesenheit solcher Wurzeln nämlich nicht parallel den Schichtungsflächen, sondern unregelmässig. Forscht man nach der Ursache dieses Verhaltens, so findet man die in allen Richtungen verlaufenden Stigmarien und Appendices, welche den Schiefer oft direkt verstricken.

Bei jüngeren autochthonen Kohlenablagerungen findet man analog den Stigmarienböden des Carbons andere Wurzelböden unter den Flözen. So sieht man im Liegenden von Braunkohlenflözen und von Torflagern oft einen Röhrichtboden. Calamiten und andere Sumpfpflanzen haben sich hier im ersten Stadium der Sumpfmoorbildung angesiedelt und einen Röhrichtboden geschaffen. Als Beispiel dieser Erscheinung diene das Hauptbraunkohlenflöz Nordwestsachsens[1]). Dasselbe wird nach Etzold unterlagert von Wurzelton und Wurzelsand. Es sind hierbei die obersten 20 bis 30 cm dieser Tone von inkohlten grosszelligen Wurzeln durchzogen. Diese Wurzeln sind meist senkrecht in den Ton eingedrungen und haben sich dann hier weiter verzweigt. Ebenso ist der liegende Feinsand nahe der Grenze gegen das Flöz von Wurzeln durchdrungen. Ist dieser Sand zu mürbem Sandstein oder gar zu hartem Quarzit verhärtet, so lassen sich aus diesem Sandstein die in Braunkohle umgewandelten Wurzeln leicht mit Wasser herausspülen. Diese Wurzelböden unter der Braunkohle sprechen ebenso wie die Stigmarienböden unter der Steinkohle für Autochthonie der überlagernden Kohle (Tafel X).

Weiter sprechen für eine Autochthonie der Kohlenlager fossile Waldböden. Dieselben sind charakterisiert durch das Auftreten zahlreicher bewurzelter Baumstümpfe im Liegenden, im Hangenden oder inmitten eines Kohlenflözes (Tafel XI u. XII).

Bekannt ist so aus dem Carbon der Waldboden von Whiteinch bei Glasgow in England, welcher als Naturdenkmal geschützt wird (Fig. 12). An den auf solchen carbonischen Waldböden auftretenden

---

[1]) F. Etzold, Die Braunkohlenformation Nordwestsachsens. Erl. z. geol. Spez.-Karte des Kgr. Sachsen. Leipzig 1912. S. 46.



Wurzeln und Baumstümpfen lassen sich bisweilen auch Beobachtungen über die damalige herrschende Windrichtung noch anstellen. So sah Sorby (1875) bei Wadsley (Sheffield), dass die unterirdischen Organe



Fig. 12. Aufgedeckter Waldboden des produktiven Carbons mit Baumstümpfen von Lepidophyten, die unten in „Stigmarien" ausgehen. Viktoriapark bei Whiteinch bei Glasgow (nach John Young und Glen).

von Baumstümpfen eines Carbonwaldes nach Westen zu weit horizontaler verliefen als nach Osten zu, wo sie mehr in die Tiefe drangen. Eine

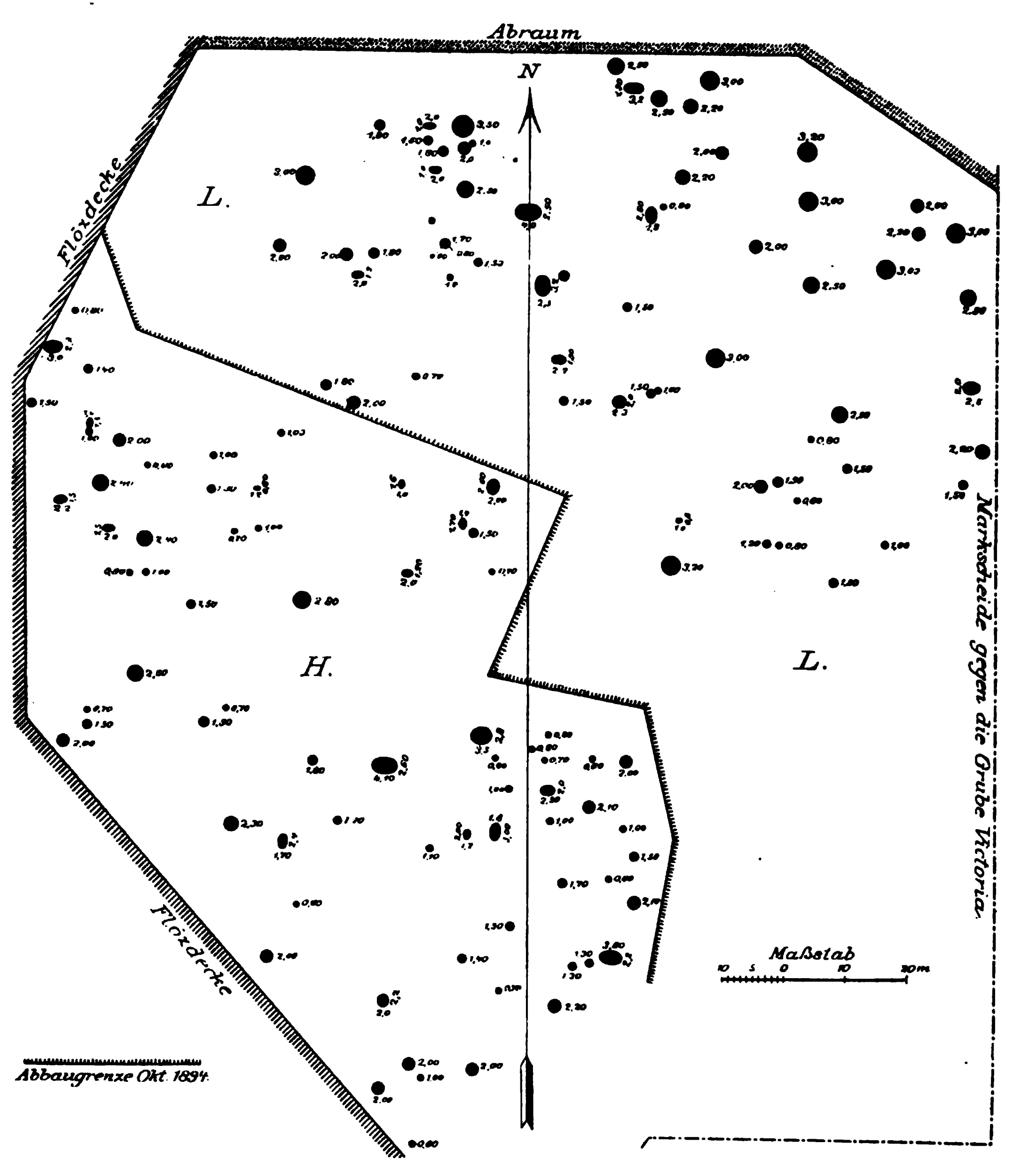


Fig. 18.

Grundriss des Tagebaues der Braunkohlengrube Marie II bei Gr. Räschen mit Angabe der Baumstümpfe im Liegenden (L.) und Hangenden (H.) (nach K. Keilhack). Die Zahlen geben den Durchmesser der Baumstümpfe an.

ähnliche Erscheinung kann man in heutigen Waldmooren beobachten, wo infolge einer herrschenden Windrichtung die Wurzeln der Bäume eine bestimmte Position einnehmen. In dem fossilen carbonischen Waldmoor von Sheffield wäre demnach eine früher herrschende Windrichtung von Westen nach Osten vorauszusetzen. —

In tertiären Braunkohlengruben sind aufrechtstehende und bewurzelte Bäume oft anzutreffen (Fig. 13). Unter diesen Baumresten findet man z. B. in der Lausitz[1]) massenhaft die Sumpfzypresse, Taxodium distichum und eine andere Konifere, Sequoia Langsdorffi, zwei Hölzer, von denen das erstere noch heute in den Sumpfwäldern des südlichen Nordamerika vorkommt. Erstaunlich ist der gewaltige Durchmesser, den diese Baumstämme haben. „Bewurzelte Stümpfe mit einem Durchmesser von 2 m sind durchaus keine Seltenheit, aber es kommen auch solche von 3 und 4 m Durchmesser vor, und wenn wir aus den Jahresringen Altersbestimmungen vornehmen wollen, so kommen wir zu dem Ergebnis, dass ein grosser Teil dieser Bäume ein mehr als tausendjähriges Alter erreicht hat. Dem entspricht auch die Länge der aufgefundenen Stämme. Langsam sich verjüngende Waldriesen von 60 m Länge sind mehrfach auf der Oberfläche des Flözes liegend gefunden worden. Bei den im Inneren des Flözes liegenden Bäumen ist natürlich eine Längenbestimmung nicht möglich. Wunderbar ist auch die enge Annäherung, die Geschlossenheit des Baumwuchses, die wir aus der gegenwärtigen Stellung der Baumstümpfe erkennen können. Ich habe auf der Oberfläche des Flözes in Klara 2 bei Welzow genaue Aufmessungen der Verteilung der Stämme vorgenommen und dabei ermittelt, dass auf einer Fläche von 1000 qm nicht weniger als 30 Stämme von 1—3 m Durchmesser wuchsen. Daraus dürfen wir schliessen, dass diese Wälder dunkel und tiefschattig waren“ (Keilhack). Bisweilen sind dieselben Braunkohlenflöze aber auch frei von solchen Hölzern. Es entsprechen diese Stellen alsdann Lichtungen in den grossen Wäldern. Windwirkungen sind an Baumresten in Braunkohlenflözen oft ebenso wie bei den englischen Vorkommen aus dem Carbon noch nachzuweisen. Zudem findet man, wie in den heutigen Waldmooren, auch in den Braunkohlenflözen oft schöne Windwürfe, durch welche die einzelnen Stämme umgestürzt sind und zueinander parallel lagern.

Ein weiteres Argument für Autochthonie ist die häufige gute Erhaltung zarter Pflanzenteile im direkten Hangenden des Flözes

[1]) R. Keilhack, Die geologischen Verhältnisse des Niederlausitzer Braunkohlengebietes. Grube Ilse, N.-L., 1913. S. 10.





Palmatopteris furcata. (Verkleinerung $\frac{115}{135}$).
Saarrevier: Zwischen Gersweiler und Geislautern. (Abbildung entnommen H. Potonié, Abbild. u. Beschreib. foss. Pflanzen, Lief. II. 21.)
Die gute Erhaltung zarter Pflanzenteile im direkten Hangenden der Flöze spricht für Autochthonie dieser Pflanzen.

(Tafel XIII). Farnwedel oder andere Pflanzenreste sind hier oft wie in einem Herbarium eingebettet und erhalten. Derartige, oft äusserst feingegliederte Pflanzenteile können nicht einen weiteren oder kürzeren Transport durchgemacht haben. Die Pflanzenteile müssen daher von Pflanzen abstammen, welche an Ort und Stelle des jetzigen Fundpunktes auch gewachsen sind.

Schliesslich sei auch noch auf die gleichmässige und oft sehr weite Erstreckung vieler Kohlenflöze hingewiesen. Bei Annahme einer Entstehung der betreffenden Kohlenflöze durch Zusammenschwemmung lässt sich diese Gleichmässigkeit, Reinheit und Ausdehnung der Flöze nicht erklären. Beispiele für autochthone Steinkohlenflöze sind die Kohlenablagerungen von Oberschlesien, Westfalen, Belgien, Nordfrankreich und anderwärts.

b) Allochthone Kohlenlager.

Primäre Allochthonie.

Bei allochthonen Kohlenlagern ist die das Kohlenlager aufbauende Pflanzensubstanz nicht am Orte ihrer jetzigen Lagerung gewachsen, sondern dorthin von anderer Stelle zusammengeschwemmt.

Charakteristisch für allochthone Kohlenlager ist eine oft nur geringe Ausdehnung, eine schwankende Mächtigkeit und ein hoher Aschengehalt der Kohlenablagerung.

Zudem sind in allochthonen Kohlenablagerungen gut erhaltene Pflanzenreste recht selten zu finden. Die Pflanzen treten vielmehr in zerstückelten Resten, in sogenannter Häckselform auf (Fig. 14). Es ist dies eine Folge des Transportes, bei welchem das Pflanzenmaterial immer mehr zerkleinert wird, so dass schliesslich nur noch die widerstandsfähigsten Teile der Pflanze als erkennbare Bruchstücke übrig bleiben. Im weiteren Sinne muss auch Treibholz als solches „Häcksel“ bezeichnet werden.

Als Beweis für eine allochthone Entstehung der Kohlen führt man oft auch die Schichtung der Kohlen an. Potonié hat aber gezeigt, dass auch Moortorf öfter „Schichtung“ oder besser „Schieferung“ aufweist. Es kann demnach eine Schichtung oder Schieferung der Kohle nicht für deren allochthone Entstehung beweisend sein.

Begründet findet man in der Literatur die Annahme einer allochthonen Entstehung der Kohlenflöze zudem meist durch negative Angaben, d. h. durch den Nachweis des Fehlens aller charakteristischen Merkmale für Autochthonie.

Als Beispiele allochthoner Kohlenvorkommen nennt man in Deutschland meist das kleine Kohlenvorkommen des Döhlener Beckens in Sachsen. Gut erhaltene Pflanzenreste sind hier fast unbekannt. Die dortige Kohle ist zudem sehr aschenreich und kann in kohligen Tonschiefer übergehen. Diese innige und unregelmässige Vermischung ursprünglich pflanzlicher und schlammiger Materie ist ein Charakteristikum für allochthone Kohlenablagerungen. Kohle mit 30 Prozent Asche wird im Döhlener Becken zum Zwecke der Kesselfeuerung noch gefördert.

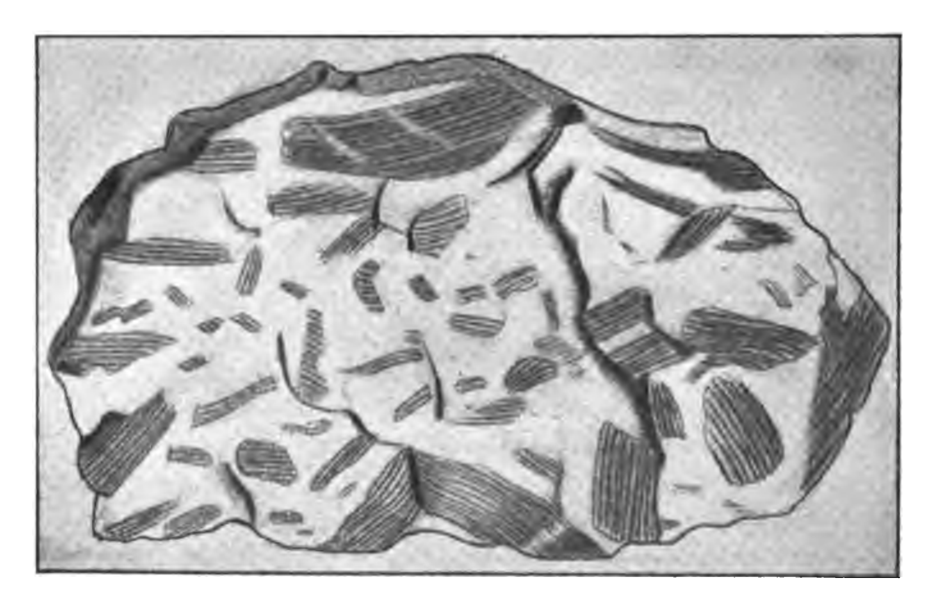


Fig. 14.
Zerbrochene Calamitenreste im carbonischen Sandstein von Mährisch-Ostrau.
Schematierte Kreidezeichnung nach einem Originale der Freiberger Lagerstätten-Sammlung.
Etwa $^1/_3$ natürl. Grösse.

Auch das aschenreiche Kohlenvorkommen von Stockheim in Bayern wird als allochthonen Ursprungs betrachtet. In Frankreich rechnet man viele Vorkommen des Zentralplateaus zu diesen allochthonen Kohlenablagerungen, auf die aber hier nicht näher eingegangen sei.

Sekundäre Allochthonie.

Unter sekundärer Allochthonie versteht man eine Lagerung, welche entstanden ist durch Umlagerung bereits vorher abgelagerter Torf- resp. Kohlenmassen. So beobachtet man in heutigen Torfmooren, dass der dortige Torf bisweilen durch Wasser aufgearbeitet und an anderer Stelle als Schlämm- oder Bröckeltorf wieder abgesetzt wird.

Tafel XIV



Sekundär-allochthone Braunkohle, im Stoss gesehen. Unten das pulver- bis krümelförmig erscheinende, gelöste Material. Grube Emma bei Streckau (Zeitz-Weissenfelser Revier). (Nach Potonié.)



Braunkohlenholz-(Lignit-)Gerölle aus dem Diluvium Berlins. Beim Bau der Untergrundbahn gefunden. $^1/_3$ der natürl. Grösse. (Nach Potonié.) Bei mehrmaliger Umlagerung der Braunkohle bleiben schliesslich nur noch einzelne härtere Stücke übrig, welche dann im Sand und Ton als Geröll eingeschlossen sind.

Diesem Bröckeltorf entspricht mitunter genetisch die Bröckelkohle mancher Braunkohlenlager. Schlägt man einen Stoss solcher Bröckelkohle mit der Hacke an, so zerfällt die Kohle und rieselt herab. Man nennt diese Kohle daher vielfach auch Feinkohle oder Rieselkohle[1]).

Im Anstehenden scheinen solche Rieselkohlenflöze schuttartig zusammengesetzt. Grössere Brocken von eckiger Braunkohle liegen hierbei in einer feinerdigen Braunkohlengrundmasse. Wirklich abgerollte Kohlenstücke sind selten (Tafel XIV).

Bei derartigen Umlagerungen konnte es natürlich auch vorkommen, dass einmal eine Ablagerung von Kohle auf altem Waldboden erfolgte, so dass man dann im Untergrund solcher allochthonen Kohlenflöze Wurzelböden findet. Es können auf diese Weise autochthone Kohlenablagerungen vorgetäuscht werden. Eine richtige Entscheidung, ob allochthone oder autochthone Kohle vorliegt, ist in solchen Fällen recht schwer.

Die bei sekundärer Allochthonie erfolgte Umlagerung der Kohle kann zeitlich zu verschiedenen Zeiten erfolgt sein, teils kurz nach Ablagerung der Pflanzensubstanz, also sozusagen noch im Torfstadium, teils auch in viel späteren Zeiten. So kennt man z. B. in der Umgegend von Halle diluviale Umlagerungen von tertiärer Braunkohle. Es lässt sich dieses Alter der Umlagerung aus Feuersteinfunden schliessen, welche man im Liegenden der dortigen Kohle (z. B. Grube Emma bei Streckau) gemacht hat.

Eine mehrmalige Umlagerung der Braunkohle (und Steinkohle) würde zu einer tertiären, quartären, quintären usw. Allochthonie führen. Die Braunkohle wird bei diesen Umlagerungen immer unreiner. Schliesslich findet man als Überbleibsel solcher Umlagerungen nur noch einzelne härtere Braunkohlengerölle innerhalb sandiger oder toniger Massen (Tafel XV).

Im folgenden seien einige Beispiele für sekundär allochthone Kohlenablagerungen mitgeteilt.

In Nordwestsachsen gehört das dortige obere Braunkohlenflöz nach Etzold[2]) in seiner Gesamtheit dem geschilderten Typus an.

Das dortige oligocäne Braunkohlenflöz erreicht bis zu 9 m Mächtigkeit und ist auf einer Fläche von mehr als 110 qkm nachgewiesen. Die

---

[1]) Als Rieselkohle bezeichnet man in der Praxis öfters auch autochthone Kohle, welche von zahlreichen Klüften und Rissen durchzogen ist, und alsdann beim Abhauen ebenfalls herabrieselt.

[2]) Fr. Etzold, Die Braunkohlenformation Nordwestsachsens. Erl. z. geol. Spez. K. d. Kgr. Sachsen. Leipzig 1912. S. 88.

Kohle dieses Flözes charakterisiert Etzold mit folgenden Worten: „Sie besteht aus einem konglomerat- oder breccienartigen Gemenge von grösseren, vorwiegend aber kleineren Knorpeln, die bald abgerundet, bald eckig sind.“ Sie werden durch ein erdig-kohliges Zement so locker zusammengehalten, „dass sich ihr Verband unter dem Schlage der Hacke löst und die Masse rieselig herabfällt.“ „Nirgends zeigt sich ein in ursprünglicher Stellung befindlicher Wurzelstock, auch längere Stämme sind selten und, falls einmal auftretend, an den Enden bestossen, zerfasert und zerschlissen, meist lagert oder klebt alsdann auch Sand an ihnen. Ungemein häufig dagegen sind kleinere und grössere Holzfragmente wirr und ordnungslos in der ganzen Masse zerstreut, mitunter aber auch schichtartig zusammengehäuft; alle diese Fragmente sind bestossen, aufgefasert, besenartig in Späne aufgelöst. Kleine Sandnester und -schmitzen sind fast allenthalben zu beobachten. Weder die obere noch die untere Grenze des Flözes ist scharf.“

Geteilt sind die Ansichten über die Entstehung der niederrheinischen „Rieselkohle“. Das bis 100 m mächtige Braunkohlenflöz im niederrheinischen Vorgebirge bei Köln besteht zu unterst aus „Stückkohle“, zu oberst aus „Rieselkohle“. Während Potonié diese Rieselkohle für allochthon hält, verteidigt G. Fliegel[1]) wohl mit Recht die autochthone Natur dieser Rieselkohle, weil dieselbe, abgesehen von ihrer Struktur, durchaus mit der Stückkohle übereinstimmt. So ist im Aschengehalt der beiden Kohlenarten kein Unterschied bekannt und aufrechtstehende Baumstümpfe kommen ebenso in der Rieselkohle wie in der Stückkohle vor. Es finden sich nach Fliegel jedoch auch Reste allochthoner Kohle in jenem Reviere. Diese sind aber äusserst selten. Charakterisiert sind sie „durch einen hohen Aschengehalt . . ., der selbst im günstigsten Falle das Doppelte desjenigen im unteren Flözteil beträgt,“ aber mitunter auf das Vierfache steigt. Sand und Ton ist dieser Kohle beigemengt.

Auch bei Steinkohlen ist sekundäre Allochthonie bekannt. So streicht nach H. B. Geinitz[2]) im südlichen Spanien zwischen Torre de la Salanera und T. de Asperilla ein Kohlenlager im Meere aus. Am Ufer findet man heute den Schutt dieser Kohle in drei Kohlenlagern wieder angehäuft. Die Kohle dieser Lager besteht aus Körnern von Hirsen- und Linsengrösse bis zu Kopfgrösse. Sie ist mit rezenten Meeres-

[1]) G. Fliegel, Die miozäne Braunkohlenformation am Niederrhein. Berlin 1910. S. 47.

[2]) H. B. Geinitz, Die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europas. I. Bd. München 1865. S. 350.



tieren und mit wenig Sand gemischt. Hangendes und Liegendes dieser 30—180 cm mächtigen Kohlenlager ist Sand. Die Kohlenanalyse ergab nur 15 Prozent Asche, einige grössere Stücke sogar nur $3^1/_2$ Prozent. Es muss dieses neugebildete Steinkohlenflöz seiner Bildung nach als sekundär-allochthones Steinkohlenflöz bezeichnet werden.

2. Paralische und limnische Kohlenlager.

(Meeresnahe und meeresferne Bildungen).

Eine in der Literatur allgemein eingeführte andere Einteilung der Kohlenlager nimmt Rücksicht auf die Meeresnähe oder Meeresferne bei Bildung der Kohlenlager. Man bezeichnet demnach Kohlenbecken, welche in der Nähe eines Meeres entstanden, als paralische Kohlenbecken, und Kohlenablagerungen, die sich im Inlande, d. h. weiter entfernt von den Küsten des Meeres bildeten, als limnische Ablagerungen.

Auch bei den heutigen Mooren kann man eine solche Zweiteilung vornehmen. Am Fusse der Gebirge wie am Nordrande der Alpen findet man limnische Torfbildungen, während an den Küsten der Meere paralische Moore liegen.

Paralische und limnische Kohlenlager lassen sich nur unterscheiden durch den palaeontologischen Charakter der sie begleitenden Sedimentgesteine. Wechseln die Kohlenflöze in ihrem Schichtprofile mit Sedimenten ab, welche bisweilen marine Fossilien führen, so fand die Ablagerung der Kohle in der Nähe eines Meeres statt, welches das entstehende Kohlenlager zeitweise überflutete. Diese Kohlenlager sind alsdann paralisch.

Zu den paralischen Kohlenbecken gehören fast alle grossen Kohlenfelder, wie die englisch-belgisch-westfälische Kohlenablagerung und die Kohlenlager Oberschlesiens.

Im Schichtprofile limnischer Kohlenbecken findet man dagegen keine marinen Sedimente. Die Ablagerungen haben sich hier weitab von den Küsten des Meeres gebildet und bestehen nur aus Süsswassersedimenten. Charakteristisch für diese limnischen Becken ist oft das Auftreten mächtiger Konglomerate, welche auf Deltabildungen von Wildbächen und auf die Nähe der Gebirge hinweisen[1]).

Die limnischen Kohlenbecken besitzen meist eine nur geringe Ausdehnung. Zudem wechselt die Zahl und Mächtigkeit der

[1]) F. Frech, Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte. Stuttgart 1912.

Flöze und Zwischenmittel bei den limnischen Kohlenvorkommen auf kurze Entfernung sehr. Als Beispiele limnischer Kohlenvorkommen seien genannt die niederschlesischen, böhmischen und sächsischen Kohlenbecken, sowie die kleinen Kohlenablagerungen Zentralfrankreichs.

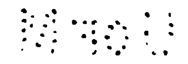
Der Hauptunterschied zwischen paralisch und limnisch ist, wie wir sahen, die Meeresnähe oder Meeresferne bei Ablagerung der Kohle. Diese Meeresnähe oder Meeresferne übte ihren Einfluss aber auch auf die Luftfeuchtigkeit der Atmosphäre und damit auch auf die Pflanzenwelt aus. Es ist daher nicht erstaunlich, wenn heute die Flora in der Nähe des Meeres etwas verschieden ist von der Flora weiter entfernt vom Meere. Einen solchen Einfluss des Meeres auf die Flora kann man auch an den Pflanzen der Steinkohlenzeit noch nachweisen. So zeigen die paralischen, d. h. meeresnahen Reviere in Europa eine etwas andere Flora als die Binnenreviere. Am auffallendsten ist dieses Verhalten bei den „Lonchopteris"-Arten. Dieselben sind nach W. Gothan[1]) in allen paralischen Revieren des sogen. variscischen Bogens in gewissen Schichten vorhanden, fehlen aber meist in den Binnenrevieren. Umgekehrt zeigen „Linopteris"-Arten eine ganz enorme Entwicklung in den Binnenrevieren. Ausser diesen beiden Arten gibt es noch eine ganze Reihe anderer Charakterpflanzen für paralische resp. limnische Kohlenbecken.

Übergänge zwischen paralischen und limnischen Kohlenbecken kommen selbstverständlich vor. So können paralische Becken durch allmähliche Entfernung der Meeresküste in limnische übergehen, während umgekehrt auch limnische Ablagerungen durch ein Herannahen des Meeres paralischen Charakter erlangen können.

Einen solchen Übergang kann man unter anderem im oberschlesischen Steinkohlenbecken[2]) feststellen. Die Zwischenmittel der dortigen hangenden Flöze, der Muldengruppe mit Einschluss der Sattelflöze zeigen lediglich Reste einer brackischen und Süsswasserfauna, während in den Zwischenmitteln der liegenden Flözgruppe, in den Ostrauer Schichten, typische marine Tierformen auftreten. Das Meer hat sich also während der Bildung der Kohlenflöze entfernt. In allen solchen Fällen wird man das Kohlenbecken in seiner Gesamtheit aber dennoch

[1]) W. Gothan, Pflanzengeographisches aus der palaeozoischen Flora. Monatsber. d. D. geol. Ges. 1907. S. 150 ff.

[2]) Quitzow, Der paralische Charakter des oberschlesischen Steinkohlengebirges. „Glückauf!" 1913. S. 1377.



als paralisch bezeichnen, da schon eine einzige marine Zwischenschicht genügt, um eine einmalige Meeresüberflutung und damit eine gewisse Meeresnähe anzuzeigen.

3. Beziehungen zwischen tektonischen Veränderungen der Erdkruste und Bildung der Kohlenlager.

Zwischen tektonischen Veränderungen der Erdkruste und Bildung von Kohlenlagern bestehen bisweilen gewisse genetische Beziehungen. Auf dieselben sei im folgenden näher eingegangen.

a) Gebirgsfaltung und Kohlenbildung.

Anhäufung von Pflanzenmaterial findet besonders in Zeiten gesteigerter Vegetation statt. Nach Frech[1]) ist das Problem der gesteigerten Vegetation aber teilweise ein Problem der Pflanzenernährung. Denn es können nur dort Pflanzen in grosser Menge gedeihen, wo ihnen auch die zum Leben notwendigen Nährstoffe zur Verfügung stehen.

Gebirgsfaltung hat nun aber stets eine intensive Betätigung der Erosionskräfte als Gefolge. Durch die Kräfte der Erosion werden die Unebenheiten der Erde wieder eingeebnet. Das losgerissene Gesteinsmaterial dieser Unebenheiten wird in Bächen und Flüssen fortgeführt und kann sich dann in Tälern und Ebenen als Sediment wieder absetzen. In diesem Gesteinsmaterial ist der Nährstoff der Pflanzen enthalten. Die Vorbedingungen für ein intensiveres Wachstum der Pflanzen sind daher nach Zeiten grosser Erdbewegungen und auch nach Zeiten vulkanischer Ausbrüche besonders gegeben. Diese Zeiten waren in der Erdgeschichte vor allem Tertiär und Carbon. Tertiär und Carbon sind aber gleichzeitig auch die beiden Erdperioden, in welchen wir die grössten Kohlenablagerungen finden.

Einen solchen unmittelbaren Zusammenhang zwischen Gebirgsbildung und Kohlenentstehung hat für die carbonischen Kohlenflöze Mitteleuropas in neuerer Zeit Frech nachzuweisen versucht. Dieser Nachweis berücksichtigt einerseits die Verbreitung und Entstehungszeit der damaligen Hochgebirge und sodann die geographische Lage, Altersstellung, Gesteinsbeschaffenheit und Mächtigkeit der Kohlenfelder. Aus diesem Vergleich ergibt sich, dass mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht nur ein zeitlicher, sondern auch ein genetischer Zusammenhang zwischen

[1]) F. Frech, Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte. Stuttgart 1912. S. 10 ff.



Gebirgsbildung (Erosion, Sedimentation, Pflanzenwuchs und Kohlenbildung) bisweilen besteht.

b) Senkungserscheinungen und Kohlenbildung.

Ein viel innigerer Zusammenhang als wie zwischen Gebirgsfaltung und Kohlenbildung besteht zwischen Pflanzenanhäufung und Hebungen und Senkungen der Erdkruste. Durch Senkungen während der Bildung der Kohle ist überhaupt nur die grosse Mächtigkeit einzelner Flöze und vor allem das Aufeinanderfolgen oft einiger Hundert Flöze übereinander zu erklären.

Studien über den Einfluss von Senkungsvorgängen auf Mächtigkeit und Beschaffenheit der Flöze können wir am geeignetsten heute dort machen, wo in Küstengebieten Moore in langsamer Senkung begriffen sind. Hört die Senkung eines solchen Moores auf, so ist gleichzeitig auch die Bildung des Moores meist beendet. Jedenfalls nimmt die Mächtigkeit des Moores alsdann nicht mehr zu.

Erfolgt eine langsame Senkung des Moores aber längere Zeit hindurch, bei welcher das Wachstum des Moores gleichen Schritt mit der Senkung hält, so nimmt das Moor an Mächtigkeit ständig zu. Die Mächtigkeit der Torfablagerungen und hiermit die Mächtigkeit des späteren Kohlenflözes ist also in der Hauptsache von der Dauer und von der Intensität der Senkung abhängig.

Erfolgt die Senkung eines Moores schliesslich schneller als das Wachstum des Moores, so wird das ganze Moor unter Wasser gesetzt. Infolgedessen lagern sich auf dem Torfe dann Sedimente aus dem Wasser ab, welche später infolge langsamer Senkung oder infolge von Hebung von neuem wieder mit Torf überdeckt werden können. Durch solche langsamere und schnellere Senkung entstehen dann die Zwischenmittel, welche die einzelnen Kohlenflöze voneinander trennen.

Für solche rezenten und fossilen Hebungs- und Senkungserscheinungen seien einige Beispiele angeführt:

In der Umgegend von Charleston in Süd-Carolina liegen nach Lyell[1]) Wälder unter dem Meeresspiegel begraben. In 1,80—4,80 m Tiefe unter dem Meere findet man hier zwischen Tonen und Sanden zahlreiche Stämme von Walnuss, Zeder, Zypresse usw. eingebettet.

An der Ostsee trifft man an vielen Stellen Torfmassen, welche von der See bespült werden, also unter dem Meeresspiegel liegen und von

[1]) Lyell, Reisen in Nordamerika. Deutsch von Th. Wolff. Halle 1846.



Sand teilweise bedeckt sind. Auch diese Torfmassen sind durch Senkung in ihre jetzige Lage gekommen.

In dem nordöstlichen Teile der Bucht von Morlaix (Finistère) findet man abwechselnde Lagen von Sand und Torf. L. Cayeux[1]) gibt von hier folgendes charakteristische Profil an:

Mariner Sand.
Flachmoortorf mit Arundo phragmites.
Mariner Sand.
Flachmoortorf mit Arundo phragmites.

Solche Wechsellagerungen zwischen Torf und marinen Sedimenten lassen sich auch sonst (z. B. belgische Küste) öfter beobachten. Sie sind auf Senkungen und Hebungen zurückzuführen.

Ein schönes Beispiel für den Einfluss der Erdsenkungen auf die Mächtigkeit der Flöze kennt man am rheinischen Vorgebirge in der Umgegend von Köln. Am Westabfall dieses Gebirges steigt die Mächtigkeit des Braunkohlenflözes plötzlich von 30—40 m Normalmächtigkeit auf 50—100 m Mächtigkeit an. Die Mächtigkeitszunahme erfolgt dabei ganz plötzlich, wie abgeschnitten, und zwar nur auf einem ganz schmalen Streifen entlang dem Westabfalle des dortigen Vorgebirges. Überdeckt wird die mächtige und weniger mächtige Kohle dort gleichmässig von tertiärem Ton, der sich nachweislich sofort nach Ablagerung der Kohle, also ohne Diskordanz, abgesetzt hat. Die dortige verschiedene Mächtigkeit der Kohle kann man nach Fliegel[2]) nur dadurch erklären, dass während der Bildung der Braunkohle ein langsames Absinken einzelner Schollen stattfand, welches aber mit dem Wachstum der auf dieser Scholle lebenden Pflanzen und somit auch mit dem Wachstum des Flözes gleichen Schritt hielt (Fig. 15).

Auch in Steinkohlenbecken sind die verschiedensten Zeugen alter Senkungserscheinungen während der Steinkohlenablagerung zu finden.

So sind eine Folge von Senkungen der Transgressionen der Gewässer. Zeugen alter Transgressionen in Flözprofilen sprechen also auch indirekt für stattgehabte Senkungen. Solche Zeugen findet man z. B. in den Kohlenflözen des Departement Nord in Frankreich. Aus den dortigen Steinkohlenflözen hat Ch. Barrois[3]) im Laufe mehrerer Jahre 1073 Gerölle fremder Gesteine gesammelt. Von diesen Geröllen konnte man 95 Prozent auf Schichten des Kohlengebirges selbst zurück-

[1]) Angeführt nach Potonié.

[2]) Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 89.

[3]) Ch. Barrois, l'origine des sediments houillers etc. Berichte Intern. Kongr. f. Bergbau usw. Düsseldorf 1910. Abteilung für prakt. Geol. S. 10 ff.



führen, ein Beweis dafür, dass diese Schichten kurz nach ihrer Bildung einer Erosion ausgesetzt waren, welche nur durch ungleichmässige Senkung zu erklären ist.

Für ungleichmässiges Absinken einzelner Kohlenbecken während ihrer Bildung lassen sich unter den Steinkohlenbecken recht zahlreiche Beispiele auffinden.

Im Saarbecken ist die Mächtigkeit der gesamten dortigen Kohlenablagerung im Durchschnitt 2500—3000 m mächtig. Die Gesamtzahl der Flöze innerhalb dieser Schichtengruppe beträgt rund 400, von denen 150 bis 160 eine Mindestmächtigkeit von 0,3 m besitzen. Die grosse Zahl dieser Flöze beweist schon durch sich selbst ein fortdauerndes

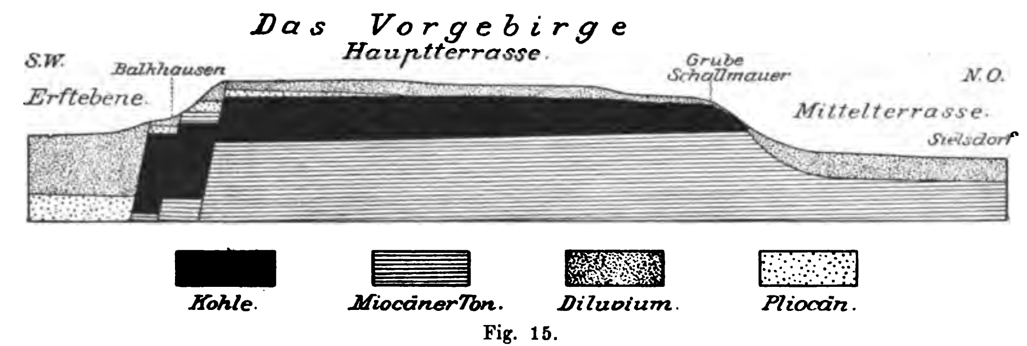


Fig. 15.

Profil durch die Braunkohlenablagerungen des rheinischen Vorgebirges bei Köln (nach G. Fliegel). In den abgesunkenen Schollen ist die Mächtigkeit der Kohle grösser als im stehengebliebenen Teile, weil Pflanzenwachstum und Absinken zur Zeit der Bildung der Kohle gleichen Schritt hielten. Näheres im Text.

und zu verschiedenen Zeiten verschieden starkes Absinken des Landes während der Kohlenbildung. Eine zur selben Zeit verschieden starke, also ungleichmässige Senkung gibt sich aber heute durch eine verschiedene Mächtigkeit der Schichten dieses Kohlenprofiles im Westen und Osten kund. So ist die untere Abteilung („Saarbrückener“ Schichten) im Westen[1]) bedeutend mächtiger als im Osten. Gleichzeitig werden die Sandsteine dieser unteren Abteilung nach Westen zu immer grob körniger und gehen schliesslich in grobe Konglomerate über. Die Senkung und die Zuschüttung des Beckens erfolgte daher anfangs im Westen stärker als im Osten. Später kehrte sich dieses Verhältnis

[1]) Eine scheinbare Ausnahme bilden die bei Wellesweiler (im Osten) auftretenden Konglomerate innerhalb der unteren Saarbrückener Schichten. Sie deuten auf besondere Zufuhrwege hin, wahrscheinlich auf eine Flussmündung an dieser Stelle (nach Dannenberg).





Fossiler Coniferenstamm im Hangenden der Braunkohle der Richard Hartmann-Grube bei Dux in Böhmen (nach Photographie).
Der Baum wurde von schnell sich absetzenden Tonmassen eingehüllt.

gerade um. Denn in der oberen Abteilung („Ottweiler“ Schichten) finden wir die grösste Mächtigkeit der Sedimente im Osten.

Ebenfalls auf ungleichmässiges Absinken ist wohl auch die verschiedene Mächtigkeit der Gesteine im Profile des oberschlesischen Steinkohlenreviers zurückzuführen. Im allgemeinen kann man hier eine Abnahme der Mächtigkeit von Südwesten nach Nordosten feststellen. Für die dortige Sattelgruppe berechnet Gaebler[1]) im Westen eine Mächtigkeit von 270 m mit einschliesslich 27 m Kohle, im Osten aber nur eine Mächtigkeit von 15 m einschliesslich 12 m Kohle. Die Stärke der Flöze unterliegt also hierbei einer viel geringeren Veränderung als diejenige der Zwischenmittel.

Über diese eigenartigen Verhältnisse der Kohlenmächtigkeit der oberschlesischen Sattelflözschichten informiert am besten folgende von R. Michael aufgestellte Tabelle:

Sattelflözschichten	Gesamtmächtigkeit (aufgeschlossen)	Gesamter Kohleninhalt		Bauwürdiger Kohleninhalt		Durchschnittsmächtigkeit		Prozentsätze	
	m	Zahl der Kohlenbänke	Kohlenmächtigkeit m	Zahl der Flöze	Kohlenmächtigkeit m	der Kohlenbank m	des bauwürdigen Flözes m	der Kohle überhaupt %	der bauwürdigen Kohle %
Im W. b. Zabrze	270,24	13	28,88	6	27,32	2,22	4,55	10,7	10,1
Im O. b. Niemce	15,75	1	12,03	1	12,03	12,03	12,03	76,4	76,4
Im Durchschnitt	143,00	7	20,45	4	19,68	2,92	4,92	14,3	13,8

Für die Schnelligkeit, mit welcher Senkungen während der Kohlenbildung erfolgt sind, haben wir an einzelnen Baumstümpfen bisweilen einen Gradmesser. Solche Baumstümpfe ragen oft von einem Kohlenflöz aus in die hangenden Schichten des Kohlenlagers hinein (Tafel XVI). Es beweist dies, dass der Baum von schnell sich absetzenden Ton- und Sandmassen noch zu Lebzeiten eingehüllt wurde.

Derartige Baumstümpfe im Hangenden von Steinkohlenflözen bezeichnet man teilweise in der englischen Literatur als coal pipes, im französischen als cloches (Glocken) und im deutschen als Sargdeckel. Die Bezeichnung Sargdeckel haben sie erhalten wegen der durch sie

[1]) R. Michael, Die Geologie des oberschlesischen Steinkohlenbezirkes. In Festschrift zum XII. allg. deutschen Bergmannstage zu Breslau. 1913. Bd. I.



häufig hervorgerufenen Unglücksfälle. Da diese Baumstümpfe nach oben zu sich verjüngen und da sie seitlich nur locker durch eine Kohlenrinde mit dem Nebengestein verbunden sind, so stürzen sie oft unvermutet in den Abbau hinein, wo sie grosses Unheil anrichten können.

Die Steinkerne von solchen Stämmen bestehen charakteristischer Weise oft aus einem anderen Material als ihre Umgebung. Es lässt sich dieses Verhalten durch die Annahme erklären, dass der Stamm erst nach Ablagerung des ihn umschliessenden Sedimentes abstarb und abfaulte und dann später von oben her mit einem andern Sedimente ausgefüllt wurde.

4. Klima und Atmosphäre zur Zeit der Kohlenbildung.

Aufschlüsse über Klima und Atmosphäre zur Zeit der Kohlenbildung erhalten wir in erster Linie durch ein Studium der in der Kohle enthaltenen Pflanzenreste. In neuerer Zeit hat man auch aus der Färbung der die Kohle begleitenden Sedimente Rückschlüsse auf frühere klimatische Verhältnisse zu ziehen gesucht.

a) Klima und Atmosphäre zur Zeit der Steinkohlenbildung.

Ansichten auf Grund floristischer Beobachtungen.

Das Klima zur Carbonzeit muss im allgemeinen ein für den Pflanzenwuchs äusserst günstiges gewesen sein. Denn die gewaltige Masse der aus jener Zeit erhaltenen Pflanzensubstanz lässt auf eine überaus üppige Vegetation schliessen. Ausgeschlossen sind von den verschiedenen klimatischen Möglichkeiten der damaligen Zeit jedenfalls grosse Kälte und grosse Trockenheit, da beide Faktoren das Wachstum der Pflanzen ungünstig beeinflussen.

Das Klima während der Ablagerung der Steinkohlenflöze wird wohl allgemein für ein frostfreies und für ein an Niederschlägen reiches Klima angesprochen. Zu dieser Ansicht führt in erster Linie das Studium der fossilen Pflanzen. So spricht für ein Wachsen der Carbonpflanzen an feuchten, nassen Stellen und in feuchter Luft eine grosse Zahl von Beobachtungen.

Zunächst zeigen manche Pflanzen viele für Flachmoore charakteristische Merkmale, auf die teilweise schon hingewiesen wurde, wie einen eigenartigen Etagenbau, eine horizontale Ausbreitung der unterirdischen Organe, eine auffällige Verbreiterung der unteren Stammteile usw.



Besonders die im Carbon häufigen Sphenophyllaceen haben alle Eigentümlichkeiten einer dem Wasser angepassten Pflanze.

Ferner weisen viele Carbonpflanzen Merkmale auf, die in feuchter Luft gewachsenen Pflanzen heute besonders eigen sind, Diese Merkmale hat Potonié im Anschluss an Mitteilungen von Ph. Eberhardt (1903) in folgender Tabelle kurz zusammengestellt:

Es haben:

1. Die in trockner Luft gewachsenen Pflanzen	2. Die in feuchter Luft gewachsenen Pflanzen	3. Die Carbonpflanzen
a) Kleine Gestalt,	a) Hohe Gestalt,	a) Hohe Gestalt,
b) kleine Blätter,	b) grosse Blätter,	b) meist grosse Blätter,
c) grosses Wurzelwerk,	c) geringes Wurzelwerk,	c) wohl geringeres Wurzelwerk,
d) Behaarung,	d) verminderte Behaarung,	d) seltene Behaarung,
e) kleine Zellen,	e) grössere Zellen,	e) grosse Zellen,
f) schwache Mark- und Rindenpartien, aber sehr hydroidenreiche, stark entwickelte Holzteile,	f) stark entwickelte Mark- und Rindenpartien und dementsprechend schwächere, hydroidenärmere Holzteile,	f) grosse Mark- u. Rindenpartien und schwache Holzkörper,
g) ein schwaches Interzellularsystem,	g) grosse und viele Interzellularen,	g) ein gut entwickeltes Interzellularsystem,
h) viele Sekretionskanäle,	h) weniger entwickelte Sekretionskanäle,	h) wie es scheint, kaum oder nur selten vorhandene Sekretionskanäle,
i) sklerenchymatische, überhaupt dickwandige Gewebe,	i) Herabminderung der sklerenchymatischen, überhaupt dickwandigen Gewebe,	i) wenig verbreitetes Sklerenchymgewebe,
k) Beförderung der Korkbildung und dadurch unter anderem Abstossung der Rinde.	k) Verzögerung der Korkbildung.	k) wahrscheinlich oft fehlendes Korkgewebe.

Die Annahme eines feuchten und niederschlagreichen Klimas zur Steinkohlenzeit scheint auf Grund dieser phytologischen Tatsachen daher vollkommen berechtigt.

Weniger Übereinstimmung herrscht zurzeit aber über die Temperatur des damaligen Klimas, d. h. vor allem, ob es tropisch oder nicht tropisch war.

Nach Ansicht von H. Potonié war das Klima zur Steinkohlenzeit ein Tropenklima. Er betrachtet demnach die Steinkohlenflöze als fossile Tropenmoore.

Bis vor kurzem noch nahm man an, dass Tropenmoore überhaupt nicht existieren. Dieselben waren unbekannt, und man fand diese Tatsache auch ganz natürlich, da durch die in den Tropen herrschende Hitze sich organische Substanz sehr schnell zersetzt und daher nicht zur Ansammlung kommt. In neuerer Zeit hat man nun aber auf Sumatra sowie auf den Chatam- und Bermudainseln[1]) richtige Tropenmoore gefunden und beschrieben. Es ist nach diesen Funden also immerhin die Möglichkeit vorhanden, dass auch die Steinkohlenmoore Tropenmoore waren. Diese Möglichkeit wird nun von Potonié durch den Nachweis einer Tropenpflanzennatur der Carbonflora zu beweisen versucht. Für eine solche Tropenpflanzennatur sprechen nach Potonié folgende Beobachtungen.

1. Eine Untersuchung der fertilen Reste der Farne ergibt ihre Verwandtschaft mit Familien, die heute in den Tropen wachsen. Auf der Wedelhauptspindel der Farne des Carbon findet man nämlich „Aphlebien". Dieselben treten heute nur bei Farnen der Tropen auf. Die Farne des Carbon sind zudem viel grösser als die in unserem jetzigen gemässigten Klima lebenden Farne. Sie sind überwiegend baumförmige und kletternde Arten, wie man sie heute nur in den Tropen findet. Auch die Grösse der carbonischen Farnwedel weist auf ein Klima hin, wie es einem Wachstum in tropischen Gegenden entsprechen würde.

2. Den Holzgewächsen des Carbons fehlen Jahresringe. Sie müssen also in einem Klima gewachsen sein, welches ein stetiges Dickenwachstum erlaubte. Ein solches Klima findet man in den Tropen, und zwar dort, wo ständig genügend Wasser den Pflanzen zur Verfügung steht. Ein Klima mit einem Wechsel nasser und trockener oder kalter und warmer Perioden hat demnach zur Carbonzeit nicht geherrscht.

3. Bei den Carbonpflanzen findet man Stammbürtigkeit von Blüten. Diese findet man heute nur bei Pflanzen des tropischen Regenwaldes.

Gegen diese von Potonié verteidigte Ansicht von der Tropennatur der Carbonmoore wenden sich aber Frech[2]) und andere Forscher.

---

[1]) Solger, Zeitschrift Ges. f. Erdkunde. Berlin 1906. S. 712.

[2]) F. Frech, Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte. Stuttgart 1912. S. 7.



Sie betrachten das damalige Klima nur als ein frostfreies und gemässigtes Klima, nicht aber als ein Tropenklima.

Zur Begründung dieser Ansicht führen sie unter anderem folgendes an.

Ein sehr warmes und feuchtes Klima ist zur Konservierung von Pflanzensubstanz an und für sich ungeeignet, weil infolge vermehrter Tätigkeit der Mikroorganismen unter diesen Bedingungen die Verwesung der Pflanzen sehr gefördert wird. Aufspeicherung von Pflanzensubstanz findet man daher in tropischen Gegenden heute im allgemeinen nicht. Es ist deshalb auch nicht erlaubt, aus den verhältnismässig kleinen Sumpfmooren auf Sumatra Rückschlüsse auf die Entstehung der bis zu 10 m mächtigen und über tausende von Quadratkilometer ausgedehnten Steinkohlenlager in Amerika, Europa und China zu ziehen. Da bei der Bildung dieser Steinkohlenlager Hebungen und Senkungen des Bodens beteiligt waren, so sind auch gelegentliche Trockenlegungen der damaligen Moore anzunehmen. Bei einem Tropenklima hätten sich die Pflanzensubstanzen aber sofort bei Berührung mit der Luft zersetzt[1]).

Bei Annahme eines Tropenklimas zur Zeit der Steinkohlenbildung müssten schliesslich nach Frechs Ansicht ganz andere Gesetze über Anhäufung und Erhaltung von Pflanzenresten geherrscht haben als heute. Es ist eine solche Annahme aber nicht wahrscheinlich.

Als Argument gegen ein Tropenklima wird zudem oft noch auf die weite Verbreitung der Carbonflora von der Bäreninsel im nördlichen Eismeer bis weit nach Süden hingewiesen. Ein auf Grund dieser Verbreitung anzunehmendes tropisches Klima für die ganze Erde[2]) hält Dannenberg aber für unstatthaft. Zur Erklärung eines gleichmässigen Klimas dürfte die Annahme eines ozeanischen Klimas vollauf genügen. Durch ein solches wird heute noch in Neuseeland, d. h. in einer Südeuropa entsprechenden Breite, das Gedeihen von Baumfarnen ermöglicht.

Wir selbst schliessen uns der Ansicht an, nach welcher das Klima[3]) zur Zeit der Steinkohlenbildung zwar ein feuchtes und gleichmässiges, aber kein typisches Tropenklima war.

---

[1]) Auf meinen Reisen in Centralafrika (Katanga) habe ich nie Moore, wohl aber viele Sümpfe angetroffen. In der Trockenzeit trocknen die Sümpfe aus und etwa angehäufte organische Substanz verwest alsdann.

[2]) Eine Gleichheit des Klimas hat man auch versucht mit Hilfe der inneren Erdwärme zu erklären, welche zur Carbonzeit noch die Wärme der Sonnenbestrahlung überwogen haben soll.

[3]) Frech vergleicht das Klima zur Zeit der Steinkohlenbildung mit einem Klima, wie es etwa heute im südlichen Chile herrscht.



Ansichten auf Grund petrographischer Beobachtungen.

(Rote und graue Gesteine im Schichtprofile der Steinkohlenablagerungen).

In neuerer Zeit wird ein Wechsel rotgefärbter und grauer Gesteine im Schichtprofile der Steinkohlenablagerungen öfter auf einen Wechsel der klimatischen Verhältnisse zur Zeit der betreffenden Kohlenablagerungen zurückgeführt.

So sucht Weithofer[1]) im nordböhmischen Kohlenbecken den Wechsel roter und grauer Schichten durch einen Wechsel heissen Wüstenklimas und feuchteren Klimas während der Bildung der betreffenden Sedimente zu erklären. Er sagt hierüber:

„Eine ähnliche Periode eines feuchteren Klimas wie zu Beginn der grauen Sandsteine — Sand- und Lehmsteppen mit Sumpfbildungen wechselnd — scheint auch die Schichtengruppe der grauen Schiefer zu bieten, in der daher Schiefertonablagerungen und Flözbildungen, wenn auch letzteres zumeist von geringerer Bedeutung, wieder lebhafter Platz griffen. Alle Momente scheinen hier wieder auf einen zeitweisen längeren Rückgang aller jener bezeichnenden Wüstencharaktere hinzudeuten. Ein neues Aufleben der letzteren scheint erst wieder in den Schichtengruppen der oberen roten Schiefer, bereits echtem Rotliegenden, zu erfolgen."

Auch Dannenberg[2]) scheint ähnlichen Ansichten sich anzuschliessen. In seinem Werke, Geologie der Steinkohlenlager, äussert er sich über die Frage in folgender Weise:

„Dass auch zur Zeit der Ablagerung dieser unproduktiven roten Schichten noch eine recht üppige Vegetation vorhanden war, beweisen die gerade im Rotliegenden oft massenhaft enthaltenen Pflanzenreste, z. B. am Kyffhäuser oder in den Schichten des versteinerten Waldes — der Name ist wohl bezeichnend genug — bei Radowenz in Böhmen, nur sind diese Reste nicht in verkohltem, sondern in versteinertem, d. h. in diesem Falle in verkieseltem Zustande auf uns gekommen. Also nicht Mangel an Pflanzenproduktion setzte der Flözbildung und der Kohlung der Gesteine ein Ziel, sondern die veränderten klimatischen Bedingungen, die nun nicht mehr wie bisher die Anhäufung und Vermoderung des Materials begünstigten. Nun ist die Bildung roter Gesteine und Verwitterungsprodukte in der Gegenwart eine charakteristische Eigentümlichkeit der heissen Zone (Laterit, terra rossa), in der im allgemeinen keine Humusanhäufungen stattfinden. Also auch von dieser Seite her gelangen wir zu der Vorstellung eines gemässigten, wahrscheinlich ozeanischen Klimas im Carbon im Gegensatz zu dem darauf folgenden heissen Klima der kontinentalen Periode des Rotliegenden".

---

[1]) Weithofer, K. A.: Geologische Skizze des Kladno-Rakonitzer Kohlenbeckens. Verh. d. k. k. Geol. R. A. 1912, S. 399 u. f.

[2]) Dannenberg, Geologie der Steinkohlenlager, Berlin 1909, I. Teil, S. 31.



Die gelegentlich wechselnde Gesteinfärbung[1]) im Schichtprofile der Steinkohlenbecken erklärt sich demnach Dannenberg wohl ebenfalls durch veränderte klimatische Bedingungen während der Bildung der betreffenden Sedimente.

Verfasser dieses Werkes schliesst sich diesen Anschauungen nicht an[2]). Zunächst teilt er nicht die Ansicht, dass Rotfärbung der Sedimente unbedingt auf tropisches Klima zur Zeit der Ablagerung dieser Gesteine hinweist[3]). Infolgedessen sieht er auch in der verschiedenen Gesteinsfärbung keinen Grund für die Annahme wechselnder klimatischer Bedingungen, obwohl er mit der von den genannten Autoren geäusserten Ansicht übereinstimmt, dass kein tropisches Klima zur Zeit der Entstehung der Kohle an deren Ablagerungsorten herrschte (s. auch S. 144).

b) Das Klima zur Zeit der Braunkohlenbildung.

Über die klimatischen Verhältnisse zur Zeit der tertiären Braunkohlenbildung lassen sich schon genauere Angaben machen. Denn viele der Pflanzen, welche sich an der Zusammensetzung dieser Kohlen beteiligen, finden wir heute noch lebend vor.

Auf Grund ihrer floristischen Zusammensetzung müssen die Miocänmoore Deutschlands ganz ähnlich ausgesehen haben wie die heutigen Cypressensümpfe des südlichen Nordamerika am atlantischen Ozean[4]). Von der grossen Zahl mittelmiocäner Pflanzen, die in diesen Sümpfen noch leben, sei nur die gewaltige Sumpfcypresse, Taxodium distichum

---

[1]) Es sei hier daran erinnert, dass sich ohne einen Wechsel klimatischer Verhältnisse am Nordufer des Kurischen Haffes (Ostpreussen) auf den dortigen Dünen verkieselte Hölzer (bei Schwarzort) bilden, während gegenüber, auf dem Südufer, sich gewaltige Moor- und Torfdistrikte ausdehnen.

[2]) O. Stutzer, Die Bedeutung der roten und grauen Gesteine im Schichtprofile der Steinkohlenablagerungen. Z. f. prakt. Geol. 1913. S. 422ff.

[3]) Auf meinen $1\frac{1}{2}$ jährigen Reisen in Centralafrika (Katanga, Belgisch Kongo, 8—12 Grad südlicher Breite) habe ich rote Verwitterungsböden nur dann angetroffen, wenn ein rotes Gestein schon an und für sich vorlag. Derartige rote Schiefer erzeugen aber auch bei uns in Deutschland rote Verwitterungsböden (z. B. Rhöt). Die Laterite Katangas waren stets braun gefärbt. die in Sümpfen und Seen abgesetzten Sedimente weiss resp. durch organische Substanzen grau oder schwarz.

[4]) Die Erhaltung eines Teiles der tertiären Flora in Nordamerika ist nach E. Deckert dadurch zu erklären, dass die Eiszeit hier keine so grossen Verheerungen in der Pflanzenwelt anrichtete als in Europa. Es ist das eine Folge des Fehlens Ost-West gerichteter Gebirge, wodurch den Pflanzen ein Rückzug nach Süden zu ermöglicht wurde.

genannt. Aus der hier und dort herrschenden Ähnlichkeit der Pflanzenwelt darf man auch auf ähnliche klimatische Verhältnisse schliessen.

Zur Tertiärzeit war übrigens auch schon eine Sonderung des Klimas in verschiedene Klimazonen eingetreten. Es geht dies aus dem Vorhandensein fossiler tropischer, subtropischer und gemässigter Vegetationsbestände hervor.

Auf einen Wechsel trockner und feuchter Zeiten sucht F. Etzold[1]) die eigenartige Streifung der oligocänen Braunkohlenflöze Nordwestsachsens zurückzuführen. Es wechseln hier im Flöze helle und dunkle Kohlenstreifen miteinander ab. Die hellen Streifen gehen nach unten zu allmählich in die dunklen Partien über, während nach oben zu kein solcher allmählicher Übergang, sondern vielmehr eine scharfe Grenze zwischen beiden Färbungen besteht. Etzold erklärt sich diese Erscheinung, wie gesagt, durch Annahme verschiedener klimatischer Bedingungen während der Ablagerung der Kohle. In trockenen Zeiten hat sich nach ihm die Oberfläche der Pflanzenansammlung zersetzt und die entstehende Braunkohle wurde hell und erdig. In feuchten Perioden aber wuchs das Moor üppig weiter, und es entstand alsdann die dunkel gefärbte „knorpelige“ Kohle.

c) Der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre als Ursache der Vegetationssteigerung.

Die Ursache der Vegetationssteigerung im Carbon und Tertiär wird ausser auf günstige klimatische Verhältnisse oft auch noch auf einen besonders hohen Kohlensäuregehalt der Luft zurückgeführt. Dieser höhere Kohlensäuregehalt wird wiederum der gesteigerten Vulkantätigkeit der damaligen Zeiten zugeschrieben.

Nach Arrhenius soll dieser Kohlensäuregehalt auch auf die Temperatur eingewirkt haben, indem er eine vermehrte Wärmeabsorption und gleichzeitig eine verminderte Wärmeausstrahlung bewirkte. —

Über enge Beziehungen zwischen Gebirgsbildung, Vulkanismus, Kohlensäureexhalationen, Pflanzenwuchs, Kohlenbildung und Eiszeit sind in der populären Literatur oft für den Laien recht ansprechende Ansichten zu finden. Das tatsächliche Zusammenfallen resp. Aufeinanderfolgen einer gesteigerten Intensität mehrerer dieser Erscheinungen zur Carbon- und Tertiärzeit hat derartige, z. T. recht unbegründete Hypothesen gezeitigt. So sind nach derartigen Anschauungen vulkanische Ausbrüche

[1]) F. Etzold, Die Braunkohlenformation Nordwestsachsens. Erl. z. geol. Sp. K. des Kgr. Sachsens. Leipzig 1912. S. 50.



und Kohlensäureexhalationen die Folge der damals auftretenden grossen Gebirgsfaltungen. Auf die Kohlensäure wird dann der gesteigerte Pflanzenwuchs und auf die durch den Pflanzenwuchs verbrauchte Wärme eine Abkühlung und schliesslich eine Eiszeit zurückgeführt. —

5. Setzungserscheinungen in Kohlenflözen.

Wie wir bei Besprechung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Kohlen sahen, ist lebende oder abgestorbene Pflanzensubstanz spezifisch leichter als Kohle. Da Pflanzensubstanz aber das Urmaterial der Kohle ist, so kann man den Unterschied im spezifischen Gewichte nur durch Abnahme des Volumens der Pflanzensubstanz während der Inkohlung erklären. Das Mass dieser Volumverminderung bezeichnet man als den Setzungskoeffizienten der Kohle.

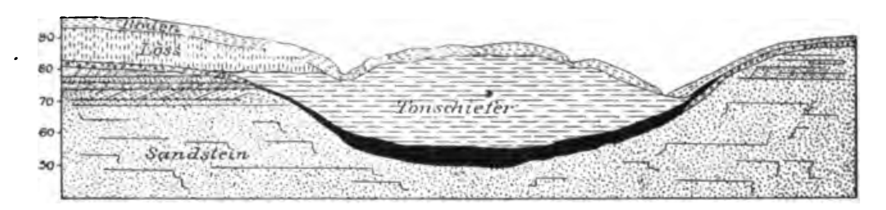


Fig. 16.

Profil eines kleinen Kohlenlagers bei Redrock, Marion Co., Jowa (nach C. R. Keyes). Masstab in engl. Fuss. An der Hand dieses Profiles wird von Ashley ein Mindestwert für den Setzungskoëfficienten der Kohle aufzustellen versucht. Näheres im Text.

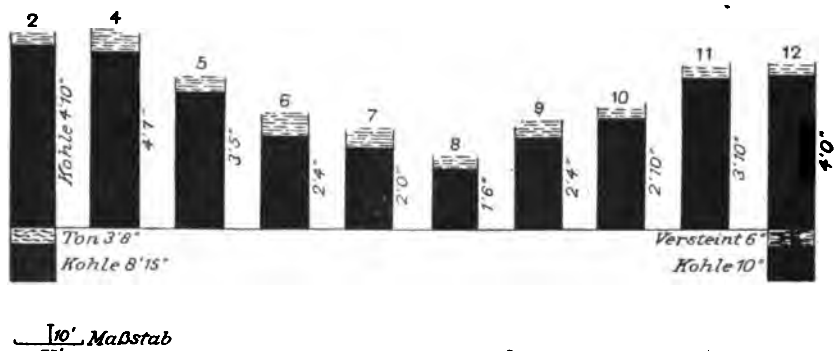
Setzungsvorgänge der Kohle sind nicht nur auf Druckerscheinung, sondern vor allem auf chemische Prozesse (Umlagerung der Moleküle) während der Inkohlung zurückzuführen. Bei diesen chemischen Prozessen findet durch Abgabe von Wasser und Austritt von Gasen auch noch Substanzverlust statt, wodurch die Volumabnahme noch vergrössert wird.

Durch chemische Erwägungen hat man versucht, den Setzungskoeffizienten zu bestimmen. So kommt Ashley[1]) auf Grund zahlreicher Analysen zu dem Resultate, dass Torf durch Wasserverlust beim Übergang in Kohle etwa ein Drittel seines Gewichtes verliert, und dass von diesem Gewichte noch ein Drittel durch Entweichen der flüchtigen Bestandteile verloren geht. 1 m Steinkohle soll demnach ursprünglich $3^1/_2$ m zusammengepresstem Torfe entsprechen.

[1]) George Hall Ashley, The Maximum Rate of Deposition of Coal. Economic Geology. II. S. 34. (1907.)

Andere, bessere Methoden vergleichen das jetzige Volumen der Kohle mit einem Gestein, das sein Volumen seit seiner Ablagerung nicht oder nur sehr wenig verändert hat.

Einen solchen Vergleich stellte Ashley in dem kleinen Kohlenbecken von Redrock an (Marion Con., Jowa) (Fig. 16). Die ehemalige Tiefe des dortigen Beckens betrug mehr als 7,50 m, wahrscheinlich 12 m. Die grösste Mächtigkeit der Kohle beträgt aber nur 1,80 m. Ausgefüllt wird das Becken heute ausser von der Kohle von 9 m Tonschiefer. Ashley nimmt nun an, dass das ganze Becken früher mit



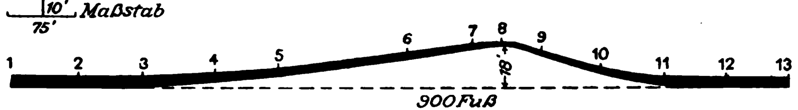


Fig. 17.

Profil eines Kohlenflözes beim Übergang von einem Becken in ein anderes. Crawford No. 1, Parke Co., Indiana (nach G. H. Ashley).
An der Hand dieses Profiles kann man einen Mindestwert für den Setzungskoëfficienten der Kohle aufstellen. Nähere Erläuterungen im Texte.

vegetabilischer Substanz angefüllt war, weil die Kohle bis an die Ränder heute noch hinaufreicht. Es würde dann 1 m Kohle etwa 4 bis 7 m vegetabilischer Substanz entsprechen. —

In einem Kohlenfelde Indianas werden zwei Kohlenbecken durch einen Gesteinsrücken getrennt. Über diesen Gesteinsrücken läuft das Flöz fort, nimmt aber über dem Gesteinsrücken an Mächtigkeit ab (s. Fig. 17). Zur Ermittelung der Mächtigkeit der ursprünglichen Pflanzenablagerung stellte Ashley für dieses Beispiel folgende Formel auf:

$$Ax = Bx + C.$$

A bedeutet in dieser Formel Mächtigkeit der Kohle im Becken. B bedeutet Mächtigkeit der Kohle auf dem Kamme des Gesteinsrückens, C ist der Höhenunterschied zwischen dem höchsten Punkte des Rückens

und dem tiefsten Teile des Beckens. x ist der reziproke Setzungskoeffizient. Durch Berechnung ergibt sich für x in diesem Beispiele der Wert 4. —

Schliesslich weist Ashley auch noch auf folgendes hin. Im hangenden Teile eines Kohlenflözes sieht man bisweilen einen mit Sandstein angefüllten Erosionskanal, ein kleines Bachbett in dem ehemaligen Moore. Kohle und Sandkörper sind alsdann gleichmässig von Tonschiefer überdeckt. Nach der Überlagerung mit Ton schrumpfte die Kohle im Laufe der Zeit zusammen. Der Teil des Kohlenflözes, welcher die Sandmasse einschloss, schrumpfte hierbei aber weniger zusammen, weil an dieser Stelle im Flöz weniger Kohle lag. Die Folge

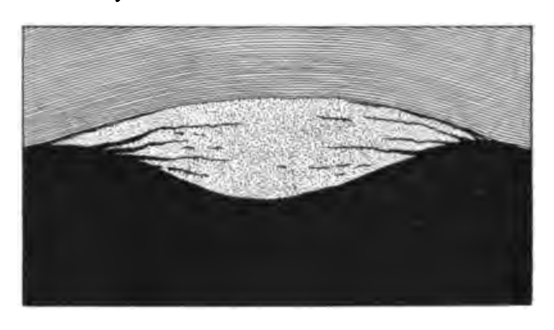


Fig. 18.
Gesteinseinlagerung im Flöz der Kohlengrube Crawford No. 1, Parke Co., Indiana (nach G. H. Ashley).
Der Flözkörper zeigt bei der Gesteinseinlagerung eine Emporwölbung, weil hier eine geringere Setzung des Flözes stattfand.

dieser ungleichmässigen Setzung ist eine scheinbare Emporwölbung der hangenden Tonschiefer. Der Flözkörper wird bei der Sandsteineinlagerung anscheinend mächtiger. Aus dem Unterschied in der Flözmächtigkeit an einschlussreicher und einschlussfreier Stelle und aus der Mächtigkeit der Gesteinseinlagerung kann man alsdann einen Schluss ziehen auf einen Mindestwert für den Setzungskoëffizienten der vorliegenden Kohle. In zwei von Ashley näher beschriebenen Fällen (Fig. 18) ergibt sich als Resultat 2 : 1 und 11 : 8.

Aus diesen und vielen anderen Beobachtungen schliesst Ashley, dass im Durchschnitt 9 m kompakter alter Torf notwendig sind zur Bildung von 3 m bituminöser Kohle vom Charakter der Pittsburgkohle in Pennsylvanien.

Setzungserscheinungen in Steinkohlenflözen kann man auch dort nachweisen, wo Torfdolomite und Torfsphaerosiderite in Kohlen-

flözen eingelagert sind. Diese Gesteine haben sich gebildet, als die Kohle noch im Torfstadium war. Sie lagen also als fester Körper während des ganzen Inkohlungsprozesses im Flöz.

Nach Stur[1]) findet man im Ostrauer Revier (Österreich) zahlreiche solche Sphaerosiderite im dortigen Koksflöz. Die Kohlenbänke dieses Flözes sind äusserst regelmässig horizontal gelagert. In der Nähe der Sphaerosiderite treten aber wellige Biegungen der einzelnen Kohlenlagen auf, welche ihrer Anzahl und Grösse nach den Gesteinseinschlüssen entsprechen. Aus der Grösse des Sphaerosiderites und aus der Ausbiegung der sonst horizontal verlaufenden Kohlenlagen lässt sich dann ein Mindestwert des Setzungskoëffizienten berechnen.

Noch besser kann man solche Beobachtungen bei den Torfdolomiten des niederrheinisch-westfälischen Beckens machen. Diese Torfdolomite lagern ebenfalls als echt versteinerte Torfmassen mitten im Kohlenflöz (z. B. Flöz Katharina auf Zeche Zollverein I/II). An einzelnen Stellen scharen sich diese Torfdolomite in grösseren Mengen zusammen und bilden dann direkt versteinerte Packen. Die Mächtigkeit des Flözes schwillt an solchen Stellen sehr erheblich an, während abseits dieser Einlagerung das Flöz seine normale Mächtigkeit hat. Auf Schacht Karl des Kölner Bergwerksvereins wuchs so das Flöz Katharina[2]) an einer versteinten Stelle von 1 m auf 1,55 m, wobei 1 m auf die versteinte Partie selbst entfiel. Den Mindestwert des Setzungskoeffizierten kann man hier berechnen, wenn man von der normalen Mächtigkeit der Kohle (1 m) die Kohlenmächtigkeit der versteinten Partie (55 cm) abzieht und die Differenz (45 cm) mit der Mächtigkeit der versteinten Partie (1 m) vergleicht. Es ergibt sich hieraus als Resultat $100 : 45 = 2{,}22 : 1$.

Bei allen versteinten Partien in Kohlenflözen kann man Setzungserscheinungen nicht beobachten. Durch Druck ist dann wohl ein Ausgleich im Flöz selbst eingetreten, dessen Spuren man heute meist aber nicht mehr nachweisen kann.

Auch in Braunkohlenlagern hat man Setzungserscheinungen nachgewiesen. So hat über das Volumenverhältnis zwischen Moortorf und daraus resultierender autochthoner Braunkohle Fr. Glöckner[3]) Mitteilungen veröffentlicht.

---

[1]) D. Stur, Über die in Flözen reiner Steinkohle enthaltenen Stein-Rundmassen und Torf-Sphaerosiderite. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1885. S. 613.

[2]) „Glückauf", 1909. Nr. 32.

[3]) Fr. Glöckner, Das Volumenverhältnis zwischen Moortorf und daraus resultierender autochthoner Humusbraunkohle. Zeitschr. für prakt. Geol. XX. Jahrg. 1912. S. 371.



Glöckner machte seine Beobachtungen an der aus Moortorf entstandenen autochthonen Humusbraunkohle der südlichen Lausitz. Vorherrschend ist hier eine homogene, feste, erdige Braunkohle. In derselben liegen vereinzelte feste Lignite, sowohl Wurzelstöcke (1,5—2 m hoch), als auch lange Baumstämme (bis 20 m lang). Diese aufrechtstehenden Wurzelstöcke besitzen eine grosse Festigkeit. Von diesen Wurzelstöcken geht die im folgenden aufgestellte Berechnung aus.

In der Grube „Wilhelminensglück“ bei Klettwitz zieht sich durch das dortige Braunkohlenflöz in etwa 2 m Höhe eine ca. 10 cm mächtige Lettenbank. Über- und unterlagert wird diese dünne Lettenbank von Braunkohle. Die ziemlich regelmässig verlaufende Lettenbank macht nun an einer Stelle eine plötzliche Ausbiegung nach oben (s. Fig. 19). Veranlassung hierzu gab der feste Wurzelstock einer Taxodie.

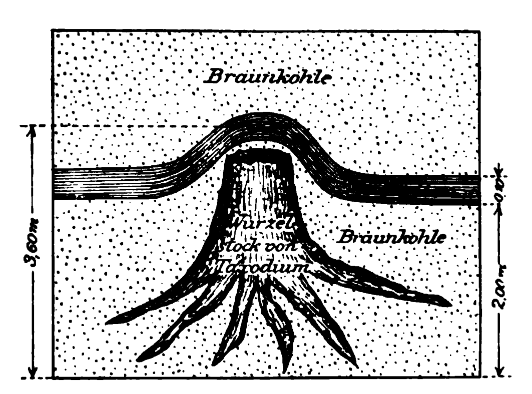


Fig. 19.
Schematische Darstellung einer Setzungserscheinung vom Tagebau „Wilhelminensglück“ bei Klettwitz (nach Glöckner).

Da man annehmen muss, dass sich die Lettenschicht infolge einer Überschwemmung des ehemaligen Moores gleichmässig über das ganze Moor abgesetzt hat, so ist die jetzige Emporwölbung des Lettens über dem Wurzelstock nur als Folge einer Volumenverminderung der Kohle zu deuten. Der feste Wurzelstock hat dabei das Setzen der Lettenschicht verhindert. Die Lettenschicht am oberen Ende des Stumpfes gibt also ungefähr das Niveau des Moores zur Zeit der Überschwemmung des Moores an. Aus dem Unterschied der Höhe der Lettenschicht in seiner normalen Lagerung und in seiner Lagerung über dem Baumstumpf kann man also die Volumenverminderung des Flözes berechnen. Da der Höhenunterschied in unserem Beispiel 1,60 m beträgt, so kann man hieraus folgern, dass zur Bildung von 2 m autochthoner Braunkohle etwa 3,60 m Moortorf erforderlich waren. Das Verhältnis wäre demnach 1,8 : 1. Berücksichtigt man die Setzung der Braunkohle unterhalb des Wurzelstockes sowie zwischen dem Wurzelstock und dem Letten, so würde sich dieses Verhältnis ungefähr in 2—2,5 : 1 ändern. „Um also die Menge des moorigen Ausgangsmateriales einer autochthonen Braun-

kohlenlagerstätte zu finden, wäre die Mächtigkeit des Flözes mit rund 2,5 zu multiplizieren." Eine Verallgemeinerung dieser Angabe soll nach Glöckner nur dann statthaft sein, wenn es sich um autochthone Braunkohle handelt, welche durch tektonische, dynamische oder thermische Einflüsse nicht gestört ist.

Auf Setzungserscheinungen in Braunkohlenflözen werden vielfach auch die sogenannten „Gieser" zurückgeführt. Es sind dies meist sumpfige Niederungen in Braunkohlengebieten. Dieselben erwähnt z. B. G. Berg[1]) aus dem Muskauer Kohlenrevier an der schlesisch-brandenburgischen Grenze. Sie finden sich hier in Form talartiger

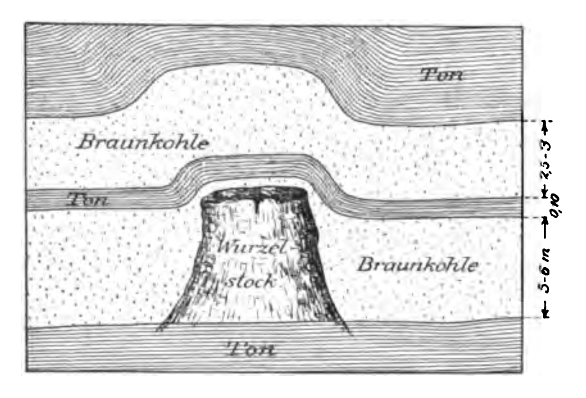


Fig. 20.
Schematische Darstellung einer Setzungserscheinung im Tiefbau der Grube „Friedrich Anna" der Braunkohlenmulde von Moys bei Görlitz (nach Glöckner).

Wannen, die sich mehrfach gabeln und wieder vereinen und von kleinen einheitlichen Wasseradern durchzogen werden. Das Auftreten dieser „Gieser" erleichtert dem Bergmann das Verfolgen der einzelnen Kohlenvorkommen.

6. Welche Zeit war zur Ablagerung der ein autochthones Kohlenflöz zusammensetzenden Pflanzenmasse nötig?

Über die Zeit, welche zur Ablagerung der ein Kohlenflöz zusammensetzenden Pflanzenmasse nötig ist, sind bereits die verschiedensten Vermutungen geäussert worden. Alle diese Ansichten beruhen auf sehr

[1]) G. Berg, Die Braunkohlenlagerstätten Schlesiens. In Festschrift zum XII. allg. deutschen Bergmannstage in Breslau. Bd. I. 1913.



unsicherer Grundlage. Es sei über derartige Berechnungen indessen das folgende mitgeteilt.

Ashley geht bei seinen Berechnungen von der Torfbildung aus. Die Zeit, innerhalb deren sich eine bestimmte Torfschicht bildet, ist an und für sich sehr verschieden. So hat Rennie[1]) beobachtet, dass ein römischer Fusspfad von 2,40 m Torf bedeckt war. Aus dem Alter dieses Fusspfades und aus der Mächtigkeit der überlagernden Torfschicht lässt sich berechnen, dass 200 Jahre zur Bildung von 30 cm Torf nötig waren. In jetzigen Torfbrüchen sind meist 30 Jahre Ruhepause genügend, um eine neue abbauwürdige Torfschicht entstehen zu lassen. Von einem sehr schnellen Wachstum des Torfes berichtet Percy[2]). Derselbe hat in Irland beobachtet, dass 4,50 m einer Torfschicht in 30 Jahren entstanden. Das entspräche einem Wachstum von 15 cm pro Jahr. Aus diesen und vielen anderen Beobachtungen zieht Ashley den Schluss, dass unter normalen, günstigen Bedingungen zur Bildung von 30 cm Torf mindestens 10 Jahre nötig sind.

Wenn sich nun innerhalb 30 Jahren 90 cm Torf bilden, so werden sich innerhalb 300 Jahren aber nicht 9 m Torf bilden, sondern viel weniger. Der tieferliegende Torf hat nämlich eine grosse Menge seiner ursprünglichen Bestandteile verloren, vor allem mechanisch beigemengtes Wasser, dann aber auch einen Teil seiner gebundenen Bestandteile in Form von Gasen (Kohlenoxyde, Sumpfgas). Als Beleg für diese Verluste wird folgende Tabelle angeführt:

	Spez. Gew.	C %	H %	O %	N %	Asche
Phillipstown: Torf von der Oberfläche	0,405	57,5	6,8	32,2	1,42	1,9
Torf aus der Tiefe . .	0,669	58,4	5,9	31,4	0,85	3,3
Wood of Allen: Torf von der Oberfläche	0,335	58,2	6,4	31,3	1,23	2,7
Torf aus der Tiefe . .	0,655	56,2	5,3	29,8	0,75	7,9

Im allgemeinen kann man nach Ashley sagen, dass 30 cm Torf durch Verlust des Wassers sogar auf 3 cm in der Tiefe zusammenschrumpfen, und dass diese 3 cm durch Austreten gebundener Bestandteile auf 1,1 cm sich noch weiter verringern. Eine Lage von 30 cm festen Brenntorfes bildet sich daher in etwa 100 Jahren.

---

[1]) Rennie, Rev. R. „Essays on Natural History and Origin of Peat Moss". London 1807. S. 40.

[2]) Percy, John, „Fuel". S. 201.

Da durch den Prozess der Inkohlung aber weitere zwei Drittel des Volumens des ursprünglichen Torfes verloren gehen, so würden 30 cm Steinkohle nicht 100, sondern 300 Jahren Pflanzenwachstum und Anhäufung entsprechen. Das Pittsburgflöz von 2,10 m Mächtigkeit hätte sich demnach in 2100 Jahren und die gesamten 90 m Kohle der Appalachen in 90000 Jahren, d. h. in rund 100000 Jahren abgelagert. Diese Zahlen sollen nach Ashley nur ein Minimum der Ablagerungszeit darstellen. —

Wir selbst schliessen uns derartigen Berechnungen nicht an, da dieselben auf viel zu unsicheren Grundlagen aufgebaut sind.

B. Stratigraphie der Kohlenlager.

I. Das geologische Alter der Kohlenlager.

Das geologische Alter der Kohlenlager ergibt sich aus dem Alter der die Kohle einschliessenden Sedimente.

In den ältesten Formationen, d. h. im Praecambrium und Cambrium, kennt man nur Reste mariner Pflanzen. Kontinentale Pflanzenbildungen treten erst vom Silur an auf. Dieselben sind aber sowohl im Silur wie im darauf folgenden Devon noch recht spärlich.

Abbauwürdige Kohlenflöze sind daher auch in allen vorcarbonischen Formationen nicht vorhanden. Nur selten trifft man in diesen alten Schichten überhaupt einige dünne Kohlenflözchen an, wie im Silur Böhmens und im Unterdevon der Eifel (kokende Algenkohle von Neunkirchen).

Abbauwürdige Kohlenflöze finden sich erst von der Carbonzeit an aufwärts. Sie finden sich von hier an in allen Formationen bis zur Jetztzeit. Im Folgenden seien summarisch einige Belege angeführt:

Carbon: Steinkohle in Westfalen, Oberschlesien, England usw.

Perm: Kohlenflöze des Döhlener Beckens bei Dresden (Unterrotliegendes).

Trias: Alpen (Lunzer Schichten); Richmond in Virginia; Nord-Carolina („Deep-River Mines").

Jura: Alpen (Grestener-Schichten, Lias); Schonen; Ungarn (bei Fünfkirchen).

Kreide: Deisterkohlen Norddeutschlands (Wealden); Kohlen der Laramie-Schichten Nordamerikas.



Tertiär und Quartär können in allen Horizonten Braunkohlen enthalten. So findet man in Deutschland Braunkohlen im:

Eocän: Elsass, Braunschweig, Sachsen und Thüringen.
Unter-Oligocän: Elsass.
Ober-Oligocän: Oberschwaben.
Unter-Miocän: Mecklenburg, Brandenburg.
Mittel-Miocän: Sachsen, Rheinland.
Ober-Miocän: Hessen, Oberschlesien.
Pliocän: Mainzer Becken.
Diluvium: Bayern (Grossweil).

Die Menge der Kohlenablagerung ist nicht nur zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene gewesen, sondern sie war auch innerhalb derselben Zeiten in den verschiedenen Gegenden eine verschiedene.

So kennen wir in Europa und speziell in Deutschland zwei Höhepunkte der Kohlenbildung: Steinkohlenformation (Obercarbon) und Braunkohlenformation (Oberoligocän — Miocän).

Diese Höhepunkte der Kohlenbildung Europas sind aber nicht gleichzeitig auch Höhepunkte in der Kohlenbildung der ganzen übrigen Erde. Schon innerhalb Europas ist in England und Frankreich das Tertiär als Braunkohlenformation ohne Bedeutung, und in Nordamerika finden sich die Braunkohlen an der Obergrenze der Kreideformation. In China sind die dortigen grossen Steinkohlenablagerungen teilweise älter (Untercarbon), teilweise jünger als die Steinkohlen in Nordamerika und in Europa. Die chinesischen Steinkohlen gehören vor allem dem Perm an, und reichen bis in Trias und Jura hinein. In Indochina, Ostindien, Südafrika und Australien ist vor allem Permocarbon und Trias, weniger auch der Jura Kohle führend.

Die wichtigsten Kohlenablagerungen Europas gehören dem Carbon an. Im Profile der Carbonablagerungen sind die Kohlen aber nicht gleichmässig von unten nach oben verteilt. Sie liegen vielmehr in bestimmten Niveaus, bald mehr oben, bald mehr unten, so dass ein grosser Teil der Carbonschichten keine Kohlen führt. Man hat daher schon in alter Zeit von einer kohlenführenden „produktiven" Abteilung und von einer flözleeren „unproduktiven" Abteilung des Carbon gesprochen.

Während eine Einteilung der Carbonschichten in eine produktive und in eine flözleere Gruppe im allgemeinen keine Altersbestimmung enthält, nimmt eine andere Einteilung der Carbonschichten Europas

schon mehr Rücksicht auf die Zeit der Ablagerung. Es ist dies eine Einteilung, welche man als die westeuropäische und russische Ausbildung zu bezeichnen pflegt.

Die westeuropäische Entwicklung ist gekennzeichnet durch eine vorwiegend marine untere Abteilung, welche keine Flöze führt. Hierüber folgt die produktive obere Abteilung.

Der russischen Ausbildung fehlt diese Zweiteilung. Die marine Ausbildung geht hier durch das ganze Carbon hindurch und ohne scharfe Grenze noch in höhere Formationen hinein (Permo-Carbon) Kohlenflöze sind diesen marinen Schichten der russischen Carbonentwicklung in verschiedenen Horizonten eingelagert, so dass die Kohle bald nahe der Basis des Carbons liegt (z. B. Ural- und Moskauer Becken), bald im oberen Carbon lagert (Donetzbecken).

Dem westeuropäischen Typus gehören die wichtigsten Kohlenlager Westeuropas (Deutschland, Belgien, England) an, dann aber auch diejenigen des östlichen Nordamerika und der arktischen Gebiete (Spitzbergen, Bäreninsel). Dem russischen Typus ist auch ein Teil der chinesischen Vorkommen zuzuzählen.

Im einzelnen gibt es von der gegebenen Charakteristik beider Typen auch Abweichungen. In Westeuropa verliert so bisweilen das Untercarbon seinen rein marinen Charakter und wird ausnahmsweise flözführend. So findet man in Sachsen bei Hainichen-Ebersdorf unbedeutende Kohlenablagerungen des Untercarbon. Bedeutendere untercarbonische Kohlenflöze trifft man in Schottland. Im Gegensatz zur russischen Entwicklung finden wir aber im Obercarbon Westeuropas nie eine rein marine Entwicklung (Fusulinenkalk), obwohl im unteren Teile des Obercarbons an einzelnen Stellen auch marine Schichten in produktiven Gebirgen der grossen „paralischen“ Kohlenbecken auftreten.

Stratigraphisch gliedert man die Schichten des Carbons in zahlreiche Unterabteilungen. Als Hilfsmittel bedient man sich bei dieser Gliederung der Fossilien. Von letzteren kommen bei Kohlenablagerungen vor allem Pflanzenreste in Betracht.

Die Benutzung von Pflanzen zur Gliederung der Carbonablagerungen ist besonders innerhalb ein und desselben Beckens gut durchführbar. Man muss hier nur das Auftreten und Verschwinden charakteristischer Pflanzen sowie deren relative Häufigkeit studieren und kann dann auch bei gestörter Lagerung zu einer relativen Altersbestimmung kommen,

So hat schon E. Weiss und H. B. Geinitz das Obercarbon Sachsens eingeteilt in (von unten nach oben):



Die Sagenarienstufe (= Lepidodendronstufe).
Die Sigillarienstufe (= Rhytidolepisstufe).
Die Calamiten- und Farnstufe (= Goniopterisstufe).

Eine Altersbestimmung und Parallelisierung engerer Horizonte verschiedener, weiter auseinander liegender Reviere ist aber auf Grund floristischer Übereinstimmung im einzeln nicht immer zulässig.

Durch neuere Untersuchungen hat sich nämlich ergeben, dass in verschiedenen Revieren lokale Färbungen der Floren vorkommen. Demnach kann in einem Reviere bereits eine Pflanzenart leben, während dieselbe zu gleicher Zeit in einem anderen Reviere noch unbekannt ist, und hier erst in späterer Zeit auftritt.

Solche Lokalfärbungen carbonischer Pflanzen sind bisweilen sogar so stark ausgeprägt, dass ein geübter Kenner bei einer Suite carbonischer Pflanzen direkt die geographische Herkunft dieser Suite nennen kann[1]).

Trotzdem ist eine grosse Zahl von Pflanzenarten und Pflanzentypen dennoch allgemein verbreitet. Auf dieselben gründen sich dann auch alle aufgestellten Parallelisierungen der verschiedenen Kohlenbecken. Eine derselben sei auf S. 124 u. 125 wiedergegeben. Dieselbe wurde 1913 von W. Gothan[2]) veröffentlicht.

2. Grösse und Ausdehnung der Kohlenbecken.

Die Grösse und Ausdehnung der kleinen Kohlenbecken ist meist bekannt, die der grossen meist unbekannt.

Beispiel eines in seiner Ausdehnung und Verbreitung ziemlich genau bekannten, zugleich aber auch sehr kleinen Kohlenbeckens ist das Lager von Montchanin bei Le Creuzot in Frankreich[3]). Dieses Kohlenbecken ist auch wegen seiner eigenartigen Gestalt erwähnenswert. Dasselbe ist nämlich weniger als 600 m lang, aber trotzdem 30 bis 60 m mächtig. Nach der Tiefe zu nimmt die Längenausdehnung des ungewöhnlich mächtigen Lagers schnell ab. So hat das Lager in 40 m Tiefe nur noch 400 m Länge und in noch etwas grösserer Tiefe nur noch 110 m Länge. Entsprechend nimmt auch die Mächtigkeit ab.

Bei allen grossen Koblenbecken kennt man meist eine genaue Abgrenzung des betreffenden Beckens nicht. Als Beispiel sei das relativ

---

[1]) W. Gothan, Weiteres über floristische Differenzen (Lokalfärbungen) in der europäischen Carbonflora. Monatsbr. d. D. geol. Ges. 1909. S. 313 ff.

[2]) W. Gothan, Das oberschlesische Steinkohlenbecken im Vergleich mit anderen Becken Mitteleuropas auf Grund der Steinkohlenflora. „Glückauf"! 1913. S. 1366 ff.

[3]) M. A. Burat, De la houille. Paris 1851.

Versuch einer Gegenüberstellung der wichtigsten

		Oberschlesien	Niederschlesien	Ruhrbecken	Aachen	
					Wurm	Inde
Rotlieg.		Karniowicer Kalk	Rotliegendes			
Ottw. Sch. (Stéphan)		fehlen	Radowenzer und Idastollner Schichten			
Westfälische Stufe	Muldengruppe		? Hiatus	Piesberg, Ibbenbüren		
		Chelmer Schichten		Hiatus		
			Hangendzug oder Schatzlarer Schichten bezw. untere	Fl. Bismarck		
		(Bradegrube) Obere		Gaskohle		
		←		Lonchopteriden Horizont		
		Muldengruppe	Schwadowitzer (Xaveristollner) Schichten	Fl. Katharina	Maria Fl. 6	
		Untere Muldengruppe		Fettkohle		Binnenwerke
				Fl. Sonnenschein	Fl. Steinknipp	
	Sattelgruppe	Einsiedelflöz	Reichhennersdorfer Schichten	Magerkohle	Gr. Karl-Friedrich	Breitganghorizont
						Aussenwerke
		Pochhammerflöz	↓ ?	↓ ?		↓ ?
Unter Prod. Carbon	Randgruppe obere	Leongrube, Emmagrube, Hoymgrube usw.	Grosses Mittel	Flözleeres		Wilhelminestufe
		Loslauer Schichten				
	untere	Hultschin-Petzkowitzer Gruppe	Waldenburger Schichten			
Unter-Carbon		Kulm	Kulm	Kulm, Kohlenkalk		Kohlenkalk

mitteleuropäischen Steinkohlenbecken (nach W. Gothan).

Belgien: Lüttich	Belgien: Charleroi	Belgien: Campine	Nordfrankreich	Saarbecken	England
				Rotliegend.	
				Ottweiler Schichten	
	Flénus bei Mons	Zone 5 } assise supérieure	Zone supérieure (C)	Obere Flammkohle	Upper coal measures (Radstockian)
F. St. Gilles		Zone 4 } assise supérieure	Zone moyenne (B)	Untere Flammkohle	Transition (Staffordian)
F. de Liége	Assise	Zone 3	→	Fettkohle	Middle coal measures (Westphalian)
Fl. Gr. Blac	de Charleroi	Zone 2			
F. de Séraing		Zone 1			
Fl. Stenaye = veine au Gros etc.					
F. d' Huy	Assise de Châtelet		Zone inférieure (A)		Lower coal measures (Lanarkian)
↓ ?	↓ ?		↓ ?		↓ ?
Namurien: H 1 c Poudingue houill.					
Namurien: H 1 b Andenne-Stufe	Andenne-Stufe		Annoeullin		Millstone grit
Namurien	H 1 a Ampélites de Chokier (Bandour)		(Basse Loire)		Carboniferous Limest. (Schottl.) Yoredale (England)
Kohlenkalk			Kohlenkalk Kulm (Roannes)		Calciferous Limest. (Schottl.) Mountain Limest. (Engl.)

zwar noch kleine Saarbecken genannt, dessen Liegendes und dessen primäre Endigung unbekannt ist. Störung und Bedeckung mit jüngeren Sedimenten haben hier die Ränder des Beckens vollkommen verhüllt. Man kann daher bei solchen verdeckten Becken nur von einer bekannten Mindestausdehnung reden. Die Gesamtlänge des Flözzuges im Saarbecken beträgt nach Dannenberg mindestens 100 km, ohne dass damit aber ein endgültiger Abschluss erreicht ist.

Die Begrenzung des grossen niederrheinisch-westfälischen Beckens ist ebenfalls unbekannt. Man kennt hier als sichere heutige Grenze nur einen Teil des Südrandes und das südwestliche Ende, wo das flözführende Oberkarbon zu Tage ausstreicht. Nach Norden, Westen und Osten zu ist die Abgrenzung indessen unbekannt. Durch neue Schächte und Bohrlöcher wird die Kenntnis von der Ausdehnung des niederrheinisch-westfälischen Beckens aber immer mehr erweitert. Sehr anschaulich ist diese schrittweise Erweiterung unserer Kenntnis von der Grösse dieses Kohlenbeckens auf einer Karte von Kukuk und Mintrop zum Ausdruck gebracht. Dieselben unterscheiden hier zwischen einer Schachtzone, einer Bohrlochzone und einer unaufgeschlossenen Zone, wobei die Grenzen dieser Zonen durch den vorrückenden Abbau und Bohrbetrieb sich immer weiter nach Norden verschieben (Tafel XVII).

Durch Bohrungen auf der linken Rheinseite und mittels gewisser Leitschichten hat man festgestellt, dass dieses rheinisch-westfälische Kohlenbecken mit dem Aachener Kohlenbecken und hierdurch auch mit dem belgisch-nordfranzösischen und vermutlich auch süd-englischen Kohlenvorkommen ein grosses, ursprünglich zusammenhängendes Becken bildet. Es kann dieses rheinisch-westfälisch-belgisch-nordfranzösisch-englische Kohlenbecken daher auch als Beispiel eines ursprünglich zusammenhängenden sehr grossen Kohlenbeckens angeführt werden.

Ein anderes grosses Steinkohlenbecken hat Deutschland in Oberschlesien. Das Gesamtareal der in Oberschlesien nachgewiesenen oder mit Wahrscheinlichkeit vermuteten Steinkohlenablagerung umfasst nach Michael[1]) 5757 qkm, von welchen entfallen

auf den preussischen	Anteil	2800 qkm	= 48,6	Prozent
„ „ österreichischen	„	2517 „	= 43,5	„
„ „ russischen	„	440 „	= 7.9	„

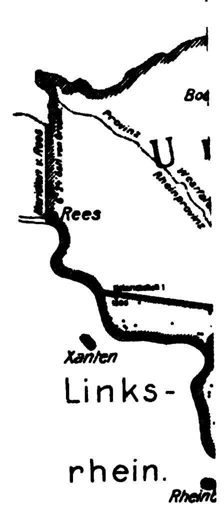
Eine sichere Begrenzung des produktiven Carbons ist in Oberschlesien hierbei nur im Westen anzugeben, da nach Osten zu das Carbon unter jüngere Schichten tief untertaucht, resp. von Verwerfungen begrenzt wird.

[1]) R. Michael, Die Geologie des oberschlesischen Steinkohlenbezirkes. In Festschrift zum XII. allg. deutschen Bergmannstage in Breslau. Bd. I. 1913.



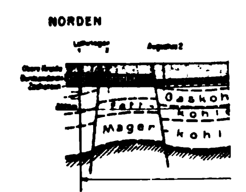
Übersichtskarte

NIEDER



Steinkohle

bezirk



3. Anzahl der Kohlenflöze, Flözgruppierung und Kohlenprozent im Kohlenbecken.

In einem Steinkohlenbecken lagert selten nur ein einziges Flöz. Meist trifft man mehrere übereinander an. Braunkohlenbecken dagegen haben oft nur ein einziges, meist nur sehr wenige und selten sehr viele Flöze. Hierfür seien einige Beispiele angeführt.

Im Saarkohlenbecken (Steinkohle) ist die Zahl der Flöze sehr gross. Sie beträgt hier rund 400, von denen etwa 150 bis 160 als bauwürdig gelten, wenn man „Mittelflöze" von 0,3—0,6 m Kohle noch berücksichtigt.

In Oberschlesien sind in den westlichen Randpartien des Beckens 477 Kohlenflöze bekannt. Die gesamte Mächtigkeit des Kohlengebirges beträgt hier 3500 m.

Als Beispiel eines Steinkohlenbeckens mit sehr wenigen Flözen diene das Döhlener Becken (Sachsen). Im Döhlener Becken kennt man nur ein einziges abbauwürdiges Flöz, unter welchem noch drei sehr kleine unabbauwürdige Flöze lagern. —

Die einzelnen Flöze der verschiedenen Kohlenbecken sind durch Zwischenmittel voneinander getrennt. Diese Zwischenmittel sind verschieden mächtig. Hierdurch werden flözreiche Partien durch flözleere Gesteine getrennt. Es entstehen dann Flözgruppen. Die Kohlenart der einzelnen Flözgruppen ist oft verschieden.

So sind nach Demanet in den französischen Bezirken Nord und Pas de Calais sieben bis acht scharf voneinander unterschiedene Flözgruppen bekannt.

Auch in Westfalen, Oberschlesien und Österreich werden Flözgruppen unterschieden. Die Bezeichnung der einzelnen Gruppen erfolgt dann entweder je nach Beschaffenheit der Kohle oder nach örtlichen Namen.

So unterscheidet man im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbecken seit langer Zeit vom Hangenden zum Liegenden vier Gruppen.

1. Gasflammkohlen,
2. Gaskohlen,
3. Fettkohlen,
4. Magerkohlen.

Diese die Kohlenqualität berücksichtigenden Gruppen decken sich auch einigermassen mit den durch rein geologische, besonders floristische Merkmale gewonnenen Horizonten.

Im Saarkohlenbecken teilt man die dortigen Flöze in folgende drei Gruppen von oben nach unten ein (Fig. 21):

Magerkohlengruppe,
hangende und liegende Flammkohlengruppe,
Fettkohlengruppe.

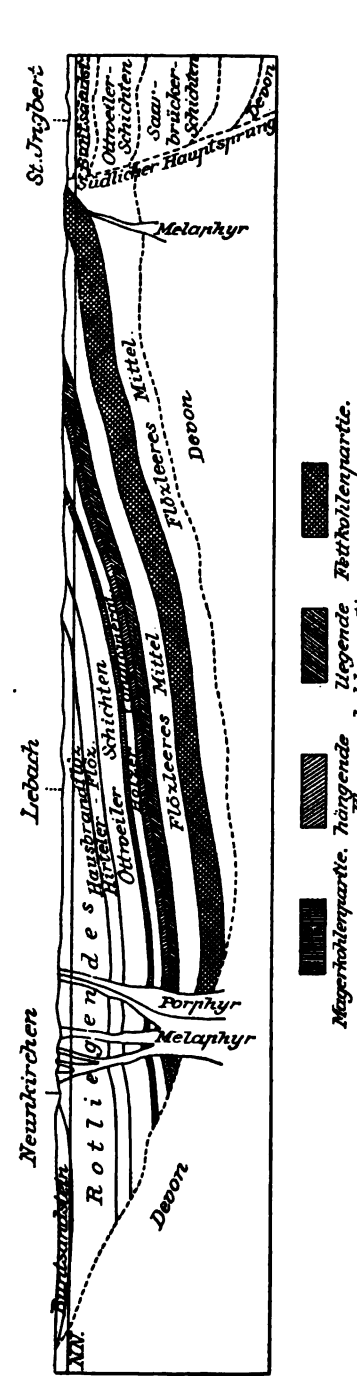


Fig. 21. Schematisches Querprofil durch das Saarkohlenbecken (nach Heise-Herbst).

Es entsprechen diese Kohlenbezeichnungen im Saarbecken aber nicht ganz dem in ihrem Namen liegenden Kohlencharakter, wenigstens nicht nach der in Deutschland sonst üblichen Klassifikation. So sind die Fettkohlen keine richtigen Fettkohlen, sondern richtiger als Gas- bezw. Gasflammkohlen zu bezeichnen. Ebenso sind die Magerkohlen nicht besonders kohlenstoffreich, sondern relativ am kohlenstoffärmsten.

In Oberschlesien teilt man die Flöze von oben nach unten ein in

I. Muldengruppe,
Ia. Sattelgruppe,
II. Randgruppe.

Diese Bezeichnungen sind nach der räumlichen Verteilung der Flözgruppen im Becken (am Rande und in der Mulde) gewählt.

Die so unterschiedenen Hauptflözgruppen eines Kohlenbeckens lassen sich ihrerseits wieder in zahlreiche Unterabteilungen gliedern, die aber lediglich nur lokale Bedeutung haben. —

Das Kohlenprozent gibt die Zahl an, welche das reziproke Verhältnis der gesamten Kohlenmächtigkeit zur Mächtigkeit der gesamten Schichtenfolge eines Kohlenbeckens ausdrückt.

Im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbecken beträgt so die Mächtigkeit der Kohle führenden Ablagerung rund 3000 m. Hierin sind 69 m

Kohle[1]) enthalten. Das Kohlenprozent würde demnach 2—2,5 Prozent ausmachen. Das Kohlenprozent der einzelnen Flözgruppen Westfalens ist in der folgenden Tabelle[2]) enthalten, welche auch noch über einige andere Verhältnisse Aufklärung gibt.

	Gebirgsmächtigkeit	Kohlenmächtigkeit		Anteil der Kohle am Gebirgskörper		Flözzahl	
		aller absolut bauwürdigen Flöze	aller absolut und relativ bauwürdigen Flöze über 30 cm	aller absolut bauwürdigen Flöze	aller absolut und relativ bauwürdigen Flöze über 30 cm	aller absolut bauwürdigen Flöze	aller absolut und relativ bauwürdigen Flöze über 30 cm
	m	m	m	%	%		
Magerkohlen (unterste Werksandsteinbank bis Flöz Sonnenschein)	1050—1150 im Mittel: 1100	6,0	12,0	0,7	1,0	7	14
Fettkohlen (Flöz Sonnenschein bis Flöz Katharina einschl.)	450—770 im Mittel: 610	13,6—33,0 23,3	16,2—37,0 26,6	2,2—5,3 3,7	3,1—6,7 4,9	9—26 17	18—44 31
Gaskohlen (Flöz Katharina bis Flöz Bismarck einschl.)	640—760 im Mittel: 700	14,6—27,2 20,9	24,8—34,1 29,4	2,0—3,7 2,9	3,2—5,1 4,1	10—22 16	31—36 33
Gasflammkohlen (Flöz Bismarck bis zum hangendsten Konglomerat der Zeche General Blumenthal)	510—550 im Mittel: 530	6,7—7,0 6,8	10,1—13,1 11,6	1,2—1,8 1,5	2,1—2,7 2,4	4—8 6	10—18 14
Summe der Einzelwerte	2650—3230	40,9—73,2	63,1—96,2	—	—	30—63	73—112
Summe der Mittelwerte	2940	57,0	79,6	—	—	46	92

[1]) Schulz-Briesen, Die Flözlagerung in der Emscher Mulde des Ruhr-Steinkohlenbeckens. Min. Z. Bd. XLIV.

[2]) P. Kukuk und L. Mintrop, „Rechtsrheinisch-westfälischer Steinkohlenbezirk" in „The Coal Resources of the World". Vol. III. Toronto 1913. S. 880.

Für andere Kohlenbecken sind derartige Berechnungen auch durchgeführt. So sind die kohleführenden Schichten des westlichen Oberschlesiens nach Gäbler[1]) 6878 m mächtig. Innerhalb dieser Schichten finden sich 477 Kohlenflöze mit zusammen 270,60 m Kohle. Hiervon sind 124 Flöze mit 172,30 m Kohle bauwürdig. Es würde demnach der Prozentsatz der Kohle des gesamten Gebirges 2,5 betragen.

Nach Frech[2]) beträgt der Prozentsatz der Kohle innerhalb der Ostrauer Schichten Oberschlesiens (untere Abteilung des Obercarbon) 2,8 Prozent, innerhalb der Schatzlaer Schichten (mittlere Abteilung des Obercarbon) 3,9 Prozent.

Im Zwickauer Revier (Sachsen)[3]) beträgt der Anteil der reinen Kohle am Schichtenaufbau der dortigen produktiven Steinkohlenformation 9 Prozent. Es ergibt sich diese Zahl durch Berechnung aus der Mächtigkeit der Zwischenmittel (250,8 m) und der reinen Kohle (36,32 m).

Im Waldenburger Kohlenbecken[4]) (Niederschlesien) erreicht die Mächtigkeit der dortigen flözführenden Schichtenfolge 1175 m, die oder darin enthaltenen Kohle 41,5 m, so dass die Kohle 3,5 Prozent der ganzen Schichtenfolge ausmacht. Auf die einzelnen der dortigen Flözgruppen verteilt sich der Kohlengehalt vom Liegenden zum Hangenden folgendermassen: Liegendzug = 3,4 Prozent, Weisssteiner Schichten = 0,4 Prozent, Untere Gruppe = 12,4 Prozent, Mittlere Gruppe = 1,7 Prozent, Obere Gruppe = 1 Prozent.

In Belgien beträgt bei Charleroi nach Burat[5]) die Mächtigkeit der kohlenführenden Schichten 2000 m, die der abbaubaren Kohle (bis 0,30 cm Flöze) in Summa 40 m, so dass der Anteil der Kohle im Schichtprofile 1 : 50 ist. Das Kohlenprozent beträgt demnach etwas über 50 Prozent.

In Wales (England) kommen auf 1000 m Schicht insgesamt 25 m Kohle (45 Flöze). Es ergibt sich hier das Verhältnis 1 : 40, d. h. 2,5 Prozent.

Im Becken von Newcastle (England) kommen auf 500 m Gestein 12 m Kohle (14 Flöze). Das Kohlenverhältnis beträgt also 1 : 42, d. h. 2,4 Prozent.

---

[1]) Das oberschlesische Seinkohlenbecken. Kattowittz 1906.

[2]) F. Frech, Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte. Stuttgart 1912.

[3]) Th Siegert, Erl. z. geol. Spezialkarte d. Kgr. Sachsen, Sektion Zwickau-Werdau. II. Aufl. Leipzig 1901. S.21.

[4]) Nach einer Mitteilung der Kons. Fürstensteiner Gruben in Waldenburg.

[5]) A. Burat, Les houillères de la France en 1866. Paris 1867. S. 98.





Tagebau der Grube Fortuna (nach einer von der Rheinischen A.-G. für Braunkohlenbergbau usw. zur Verfügung gestellten Photographie). Das Bild zeigt 65 m Braunkohle ohne jedes Mittel bei rund 30 m Decke (Pliocän und diluviale Hauptterrasse). Abbau auf zwei Sohlen.

Im Loirebecken (Frankreich) findet man in 1400 m mächtigen Schichten insgesamt 57—78 m Kohle (28—30 Flöze). Der Kohlenkoëffizient ist also 1 : 20, d. h. bis 5 Prozent.

Im französischen Kohlenbecken von Grand Combe kommen auf 750 m Gestein 25 m Kohle. Der Kohlenkoeffizient heisst demnach 1 : 30 (3,3 Prozent). Im Kohlenbecken der Auvergne ist das betreffende Verhältnis zwischen Kohle und Gesteinschicht 17 : 1200, also gleich 1 : 70 (1,4 Prozent Kohle).

4. Mächtigkeit der Kohlenflöze, Mindestmächtigkeit für Abbauwürdigkeit.

Die Mächtigkeit der einzelnen Kohlenflöze schwankt zwischen wenigen Zentimetern und vielen Metern.

Braunkohlenflöze erreichen im allgemeinen eine grössere Mächtigkeit als Steinkohlenflöze. Die Mächtigkeit der Braunkohlenflöze in Nordböhmen beträgt 10—30 m. In Nordwestsachsen[1]) ist das dortige Hauptbraunkohlenflöz 8—18 m, im Durchschnitt 12—14 m mächtig. Infolge besonderer Umstände können lokal auch Mächtigkeiten von 20—30 m vorkommen.

Die Braunkohlenflöze der niederrheinischen Bucht sind stellenweise noch mächtiger. So sind die Flötze der Gruben Brühl, Donatus usw. 30—40 m mächtig, die von „Vereinigte Ville" 50 m. Am Westabfalle des „Vorgebirges" hat man sogar Mächtigkeiten eines einzigen Flözes von 50—100 m festgestellt (Tafel XVIII).

In Steinkohlenbecken bearbeitet man meist Flöze, die unter 2 m mächtig sind. Stellenweise kommen aber auch hier grosse Mächtigkeiten vor. So kennt man in Zentralfrankreich Mächtigkeiten bis zu 60 m reiner Kohle. Diese enorme Mächtigkeit ist aber grösstenteils auf sekundäre Stauchungserscheinungen zurückzuführen, also nicht primärer Natur.

Sehr mächtige normalgelagerte Steinkohlenflöze sind in Oberschlesien bekannt. Es führen hier die etwa 200 m mächtigen Sattelflözschichten sechs bauwürdige Flöze mit insgesamt 27,32 m Kohle. Es sind dies die Flöze:

Einsiedel	mit	3,55	m	Kohle
Schuckmann	„	8,36	„	„
Muldenflöz	„	1,26	„	„
Heinitz	„	4,17	„	„
Reden	„	4,60	„	„
Pochhammer	„	6,35	„	„

[1]) F. Etzold, Die Braunkohlenformation Nordwestsachsens. Erl. z. geol. Spezialkarte des Kgr. Sachsen. Leipzig 1912. S. 62.



Nach Osten zu vereinigen sich alle diese Flöze zu einem einzigen Flöz, dem 12,03 m mächtigen Redenflöz, welches von Oberschlesien nach Russland hinüber streicht und dort ebenfalls abgebaut wird.

Von besonderem Interesse ist die Frage nach der Mindestmächtigkeit der abbauwürdigen Kohlenflöze. Dieselbe hängt ausser von der Qualität der Kohle von den örtlichen Verhältnissen, von Nachfrage, Preis, Gewinnungskosten usw. ab. Für eine derartige Mindestmächtigkeit seien einige Beispiele aus der Steinkohlenpraxis angeführt.

Im Oberschlesien wurden bisher Flöze unter 1,20 m nicht abgebaut.

In niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbecken hat man früher als geringste, noch abbauwürdige Flözmächtigkeit 60 cm angenommen. Unter günstigen Umständen baut man aber heute noch Flöze von 50 cm, bisweilen sogar noch weniger mächtige ab. Im Saarkohlenbecken beträgt die untere Grenze 0,40—0,50 m.

Im Departement Nord (Frankreich) geht man beim Abbau nacn Demanet nicht unter 0,40 m hinunter. Im Departement Pas de Calais beträgt die untere Grenze 0,50—0,60 m; in England durchschnittlich 0,70 m und in Amerika 1 m.

Als Beispiel einer äusserst geringen Mächtigkeit führt Demanet das Flöz Xhorré auf der Grube La Minerie im Lütticher Becken an. Das Flöz ist hier nur 25 cm mächtig, liefert aber eine ausgezeichnete Kohle und wird deshalb abgebaut.

5. Auskeilen und Gabeln der Flöze.

Kohlenflöze bilden wie fast alle Sedimente Schichten, welche bei verhältnismässig geringer Dicke eine meist grosse seitliche Ausdehnung besitzen.

Wird ein Flöz seitlich immer dünner, so berührt sich schliesslich Hangendes und Liegendes miteinander und das Flöz keilt aus. Jedes Kohlenflöz muss sich bei normaler Lagerung an seinem Ende auskeilen[1]). Bisweilen kommt es vor, dass ein auskeilendes Kohlenflöz in einiger Entfernung wieder beginnt. Es setzt dann wieder auf.

Das Auskeilen der Flöze erfolgt teilweise dadurch, dass das Flöz immer unreiner wird und schliesslich in Kohlenschiefer oder sonstiges Gestein übergeht. Man bezeichnet dieses Enden mit dem Ausdruck „Ver-

---

[1]) Durch tektonische Vorgänge oder durch Erosion kann ein Kohlenflöz auch plötzlich absetzen. Dieses Absetzen geschieht dann an einer Verwerfungskluft oder durch Ausstreichen zu Tage.



steinen". Anderseits kann ein Flöz auch dadurch auskeilen, dass es sich zerschlägt und in einzelne Flöztrümer auflöst. Dieser letzte Fall ist der häufigste. Es teilt sich alsdann das Flöz in zwei oder mehrere Teile, welche durch taube Gesteinsmittel voneinander getrennt werden. Durch das Anwachsen solcher Gesteinsmittel entfernen sich die beiden Flözhälften immer weiter voneinander, keilen dann schliesslich aus oder

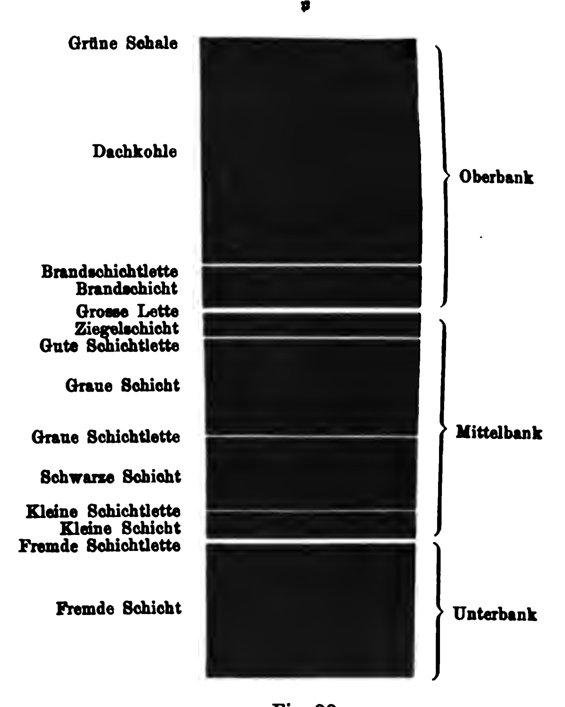


Fig. 22.
Profil des Hauptflözes im südlichen Revier des Carolaschachtes, Döhlener Becken, Sachsen (nach Hausse).
Masstab 1 : 50.

zerschlagen sich erst nochmals in mehrere Unterflöze, die dann ihrerseits auskeilen oder versteinen.

Die einzelnen Kohlenflöze sind nicht immer in ihrer ganzen Mächtigkeit aus reiner Kohle aufgebaut. Sie enthalten oft dünne Lettenlagen, bisweilen auch dünne Sandsteinbänke eingeschaltet.

So wird im Döhlener Becken (Sachsen) das dortige Hauptflöz durch mehrere sehr dünne Lettenzwischenlagen in einzelne Bänke gegliedert (Fig. 22). Diese Lettenschichten sind mit Ausnahme zweier Bänke („Grosse Lette" und „Fremde Schichtlette") kaum 1 mm stark

und müssen daher mit abgebaut werden. Die horizontale Ausdehnung dieser Lettenlagen ist im Döhlener Becken sehr gross. Interessant ist es, dass man die Lettenlagen auch dort noch nachweisen kann, wo die Kohle vertaubt.

Die Mächtigkeit der reinen Kohle eines Flözes fällt also nicht immer zusammen mit der Mächtigkeit des ganzen Flözes. Die Mächtigkeit der reinen Kohle ist vielmehr gleich der Mächtigkeit des Kohlenflözes, vermindert um die Mächtigkeit der etwa in der Kohle enthaltenen Gesteinslagen, sowie der Bänke unreiner Kohle.

In der Praxis erfordert sowohl die Mächtigkeit der reinen Kohle wie die des ganzen Flözes die ihr gebührende Berücksichtigung. Während die Mächtigkeit des ganzen Flözes ausschlaggebend ist für die Grösse der Strecken und für die Menge des Versatzmateriales, ist die Mächtigkeit der reinen Kohle bei Berechnung der zu gewinnenden Kohlenmenge der vor allem zu berücksichtigende Faktor.

Die Einlagerungen im Flöze können in ihrem Streichen langsam oder plötzlich an Mächtigkeit zunehmen. Als Beispiel einer derartigen Zunahme mögen die folgenden Profile aus dem Grubenfeld der Zeche Prosper II in Westfalen dienen (Fig. 23).

Nimmt die Mächtigkeit der Flözeinlagerungen immer mehr zu, so kann schliesslich die Einheit des Flözes aufhören. Das Flöz teilt sich alsdann in zwei oder mehrere selbständige Flöze, welche getrennt abgebaut werden.

So sieht man in der Commentrygrube in Frankreich ein mächtiges Flöz nach Westen zu sich in sechs vollständig getrennte, weniger mächtige Flöze teilen.

In Westfalen beträgt die Mächtigkeit des Flözes Roettgersbank rund 2,70 m. Durch Anschwellen der Bergemittel hat sich dieses Flöz auf der Zeche Prinz Regent (Bochum) bereits in zwei Flöze geteilt, deren Mächtigkeit 1,04 und 1,00 m beträgt. Auf Zeche Julius Philipp ist durch weitere Teilung eine Dreiteilung des Flözes in Flöze von 1,40 m, 0,82 und 0,70 m Mächtigkeit eingetreten.

Beispiele für ein ungewöhnlich schnelles Anwachsen der Zwischenmittel finden wir im Zwickauer Revier[1]). Die dortigen Flöze enthalten als Zwischenmittel Einlagerungen von Schieferton und Sandstein, welche

[1]) O. E. Arnold, Erläuterungen zur Feld- und Flözkarte des Zwickauer Steinkohlenreviers. Zwickau 1900.



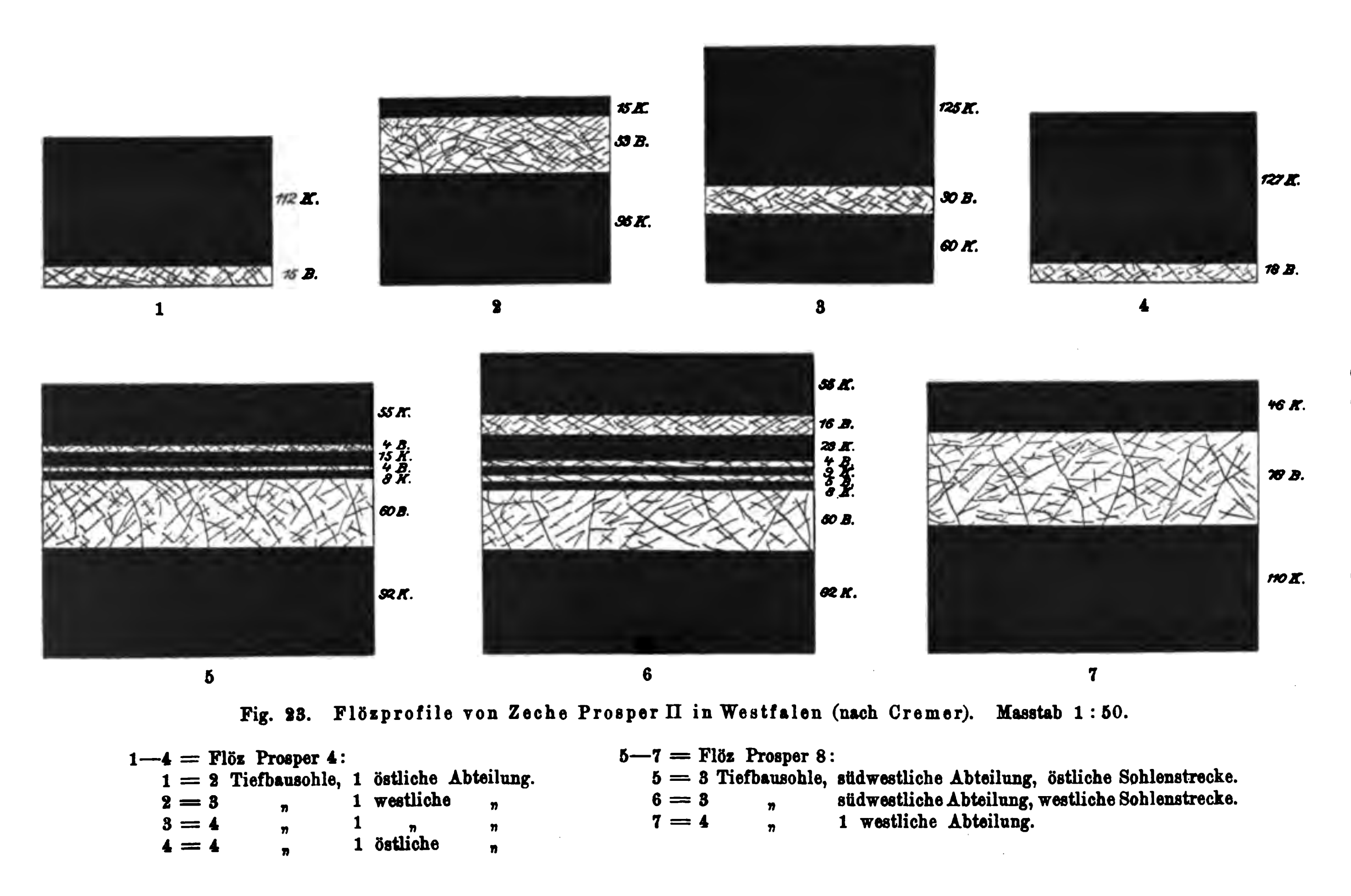


Fig. 23. Flözprofile von Zeche Prosper II in Westfalen (nach Cremer). Masstab 1 : 50.

1—4 = Flöz Prosper 4:
1 = 2 Tiefbausohle, 1 östliche Abteilung.
2 = 3 „ 1 westliche „
3 = 4 „ 1 „ „
4 = 4 „ 1 östliche „

5—7 = Flöz Prosper 8:
5 = 3 Tiefbausohle, südwestliche Abteilung, östliche Sohlenstrecke.
6 = 3 „ südwestliche Abteilung, westliche Sohlenstrecke.
7 = 4 „ 1 westliche Abteilung.

das Flöz in mehrere Abteilungen scheiden. Die Mächtigkeit dieser Einlagerungen ist im Zwickauer Revier grossen und plötzlichen Wechseln unterworfen. In einem Aufschluss kann die Mächtigkeit dieser Einlagerungen mit Null beginnen und in einem benachbarten Aufschluss, der nur 3 bis 4 m entfernt liegt, kann die Mächtigkeit schon mehr als einen Meter betragen. Als Beispiel sei vor allem das tiefe Planitzer Flöz genannt[1]). Das Bergemittel dieses Flözes ist im Alexander-Schacht bei Planitz nur 0,50 m stark, in dem 880 m weiter nach N. angesetzten Vereinsglück-Schachte aber 39 m mächtig. Gleichzeitig mit der Mächtigkeit verändert sich hier auch die Zusammensetzung des Bergemittels, das anfänglich nur aus Schieferton, später vorherrschend aus Sandstein und nur noch untergeordnet aus Schieferton gebildet wird. Ferner beträgt im südöstlichen Teile des Zwickauer Bürgergewerkschaft-Feldes das Bergemittel zwischen den beiden Abteilungen des Ludwigflözes nur wenige Zentimeter (0,06 bis 0,12 m), wächst aber nach Nordwesten hin so schnell an, dass es in dem kaum 700 m entfernten Bürger-Schachte II 16,8 m mächtig ist.

Ein anderes Beispiel aus dem Zwickauer Revier bietet das „Russkohlenflöz“. Dasselbe ist zwischen Oberhohendorf und Bockwa 7 bis 8 m mächtig, während die wenigen, ihm zwischengelagerten Bergemittel zusammen noch nicht 0,5 m betragen. Nach Westen hin vollzieht sich jedoch durch Anwachsen zweier Bergemittel eine Dreiteilung des Flözes. Jede dieser drei Abteilungen war anfangs für sich abbauwürdig. Bald jedoch verschwand die obere Abteilung und die Gesamtmächtigkeit der beiden unteren Abteilungen an reiner Kohle betrug nur noch 2,41 m. Nach Norden zu nahm dann diese Mächtigkeit noch weiter ab, so dass in der Umgebung der Tiefbau-Schächte auch nicht eine Spur des Russkohlenflözes mehr anzutreffen war.

Im oberschlesischen Steinkohlenbecken ist das allmähliche Anschwellen der Einlagerungen in der Kohle und der Wechsel in der Mächtigkeit der Flöze und Zwischenmittel besonders auffallend. Im Flözberge von Zabrze kann man nach R. Michael[2]) in kaum 1000 m horizontaler Erstreckung unter anderem folgende Änderungen feststellen. Das dortige obere Flöz der Sattelgruppe, das Einsiedelflöz, tritt meist in

[1]) Th. Siegert, Erl. z. geol. Spez. K. d. Kgr. Sachsen; Sektion Zwickau-Werdau. Leipzig 1901. II. Aufl. S. 19.

[2]) R. Michael, Die Geologie des oberschlesischen Steinkohlenbezirkes. In Festschrift zum XII. allg. deutschen Bergmannstage in Breslau. I. Bd. 1913.



zwei Bänken auf, welche 1,19 und 1,18 m oder 1,63 und 1,38 m oder 1,64 und 2,04 m mächtig sind. Die Mächtigkeit des Zwischenmittels dieser Flözbänke ist ebenfalls sehr schwankend. So beträgt sie im dortigen Gotthelfschacht 0,98 m, in Dorotka I 1,30 bis 3,67 m. „Im Bohrloch Dorotka II ist das Mittel auf 22 m angewachsen. Weiter im Osten bei Morgenroth tritt das Einsiedelflöz sogar in sechs verschiedenen Bänken mit wechselnden Zwischenmitteln auf."

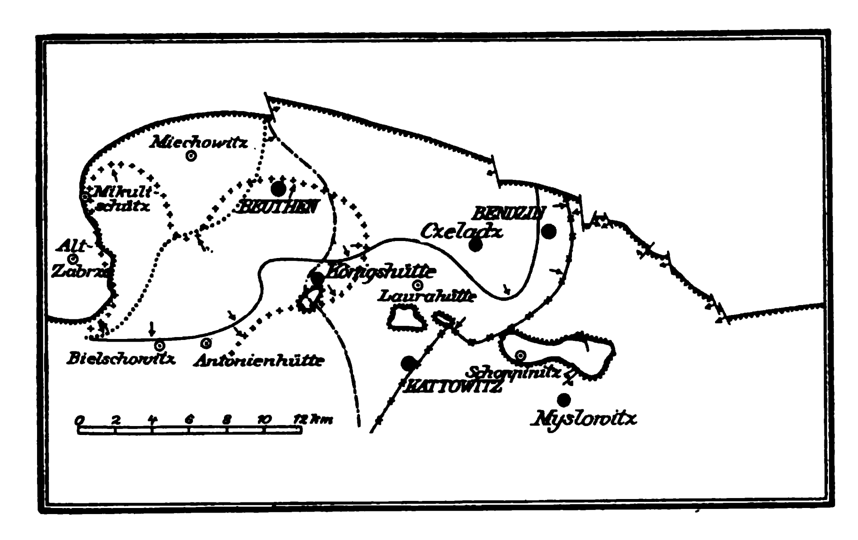
Das darunter folgende Schuckmannflöz ist bei Zabrze 8,40 bis 8,63 m mächtig. Weiter nach Süden schwillt es auf 10,76 m an.

Die untersten Flöze Reden und Pochhammer sind im Westen noch durch ein Mittel in zwei Bänke von 4,3 bezw. 6,3 m getrennt. Im Porembaschacht II sind sie zu einem Flöze von 10 m Stärke vereinigt.

Wie hier bei Zabrze im kleinen, so lässt sich im ganzen oberschlesischen Becken eine allmähliche Vereinigung aller Sattelflöze von Westen nach Osten konstatieren, wobei die Zwischenmittel allmählich verschwinden. Über diesen einzig dastehenden Fall einer grossen Flözteilung gibt die folgende Tabelle ein anschauliches Bild (Tabelle und Karte S. 138).

Die Vereinigung der oberschlesischen Sattelflöze von W-O.
(nach R. Michael).

	Zabrzer Flözberg	Königshütter Flözberg	Laurahütter, Rosdziner Flözberg	Östliche Mulde	Ostrand
Flöze:	Einsiedel 8,5 m Schuckmann 8,6 m Mulden 1,2 m Heinitz 4,2 m Reden 4,2 m Pochhammer 6,5 m	Gerhard 5,9 m Heinzmann 3,12 m Pelagie 1,85 m Sattel-Oberbank 2,12 m Sattel-Niederbank 2,9 m	Fanny 9,10 m Glück 2,2 m 0,10 m Kohle Karoline 5,35 m	Oberflöz 3,6 m Niederflöz	Redenflöz 12,03 m
Mächtigkeit der gesamten Sattelflözschicht.	270 m	112 m	77 m	28 m	15 m



Ausgehendes der Sattelflözgruppe.
Vereinigung des Schuckmann- und des Einsiedelflözes zum Oberflöz.
Vereinigung der Flöze Pochhammer und Heinitz zum Sattelflöz.
Vereinigung der Schuckmannflöz-Bänke.
Vereinigung der Flöze Pochhammer und Reden zum Pochhammerflöze.
Vereinigung der Einsiedelflöz-Bänke.

Fig. 24.
Die Schaarung der Sattelflöze in Oberschlesien von West nach Ost (nach R. Michael).

6. Hangendes und Liegendes der Flöze. Einige für den Bergbau wichtige Eigenschaften der Nebengesteine der Flöze.

Kohle ist ein Sedimentgestein. Sie tritt infolgedessen als Schicht innerhalb anderer Sedimentgesteine auf.

Die über einem Kohlenflöz lagernde Gesteinsmasse ist das Hangende des Flözes. Das unter dem Flöze lagernde Gestein ist das Liegende. Bei überkippter Lagerung können sich die Begriffe umtauschen. Als Liegendes bezeichnet man daher am besten die Schicht, auf welcher sich das Flöz bei seiner Bildung abgelagert hat.

Da es für den praktischen Kohlenbergmann oft von Nutzen ist, Hangendes und Liegendes eines Flözes zu erkennen, so seien im folgenden nach Demanet einige charakteristische Unterschiede mitgeteilt.

Die hangenden Schichten sind meist sehr gleichförmig ausgebildet, gewöhnlich dünn geschichtet und dunkel gefärbt. Sie enthalten meist viele gut erhaltene Abdrücke von Pflanzen.

Das Liegende ist weniger gleichförmig. Es ist weniger dunkel gefärbt als das Hangende. Gut erhaltene Pflanzenabdrücke sind selten. Dagegen findet man in ihm öfter Wurzeln und Bruchstücke von Stämmen.

Beim Abbau bricht das Hangende gewöhnlich in parallelen Platten, das Liegende in unregelmässigen Stücken (z. T. Wurzelboden). Diese Charakteristik von Hangendem und Liegendem gilt aber nur im allgemeinen. Im besonderen hat jedes Flöz ein ihm charakteristisches Hangendes und Liegendes.

Eine genaue Kenntnis aller in einem Kohlenbecken auftretenden Gesteine und Schichten ist für das Aufsuchen neuer Kohlenlagerstätten und für die Identifizierung bereits gefundener Flöze von grösstem Nutzen. Bei uns in Deutschland kommt eine Verwertung solcher Kenntnisse auch beim Aufsuchen neuer Braunkohlenlagerstätten oft in Anwendung. So kann man bei den weniger tief gelegenen Braunkohlenflözen oft schon aus irgend welchen Tagesaufschlüssen Folgerungen über das Vorhandensein oder Fehlen der Flöze in den betreffenden Grubenfeldern ziehen, welche dann durch Bohrungen ihre weitere Bestätigung finden.

Profile durch kohleführende Schichten gibt man entweder in Tabellen oder besser bildlich in Form von Bohrprofilen wieder. Die Art und Weise dieser Wiedergabe ist bei den verschiedenen Autoren etwas verschieden, im allgemeinen aber doch gleichmässig. Einige Beispiele sind an verschiedenen Stellen dieses Buches wiedergegeben.

Die Gesteine eines Steinkohlenbeckens bestehen, abgesehen von der Kohle, vorwiegend aus Tonschiefer, Sandstein und Konglomerat, seltener aus Kalkstein[1]). Dieser letztere fehlt besonders in limnischen Kohlenbecken fast ganz. In Braunkohlenbecken finden sich die entsprechenden weniger kompakten Gesteine. So hat man statt Schiefer meist Letten oder Ton und statt Sandstein Sand und Kies.

Eruptivgesteine treten in Kohlenbecken nur untergeordnet als Bestandteile des Schichtprofiles auf. So kennt man aus dem Saarbrückener Revier Melaphyrbänke, am Meissner in Hessen Basaltbänke unter der Kohle.

Erwähnt sei auch das gelegentliche Auftreten von Eruptivtuffen im Schichtprofile von Kohlenablagerungen. Im Siebengebirge bei Köln[2]) ist die dortige 8,5 m mächtige Braunkohle von mehreren 10—15 cm starken Lagen eines umgelagerten Trachyttuffes durchzogen, während 10 m Trachyttuff das Flöz unterlagert.

---

[1]) Im Schichtprofile russischer und chinesischer Kohlenbecken trifft man Kalkstein.

[2]) E. Kaiser, Geologische Darstellung des Nordabfalles des Siebengebirges. Verh. Naturh. Ver. Rheinld. 54. Bonn 1897. S. 140.



Das Mengenverhältnis der verschiedenen Gesteinsarten zueinander im Profile der produktiven Kohlenablagerungen ist naturgemäss ein recht schwankendes. In Oberschlesien hat Gaebler[1]) versucht, das Verhältnis, in welchem Sandstein und Schieferton das Profil des dortigen Kohlenbeckens zusammensetzen, genau zu berechnen. Von der gesamten Schichtenfolge entfallen nach diesem Autor 55 Prozent auf Schiefer, 40 Prozent auf Sandstein und 5 Prozent auf Kohle. Das Verhältnis von Sandstein zu Schieferton ist im einzelnen aber einem sehr grossen und raschen Wechsel unterworfen, so dass die genannten Zahlen nur als Durchschnitt durch das gesamte Becken, nicht aber für jede Stelle des Beckens Gültigkeit besitzen.

Für den Bergbau ist der Charakter des Nebengesteins durchaus nicht gleichgültig.

Ist das Nebengestein sehr hart und fest, so stehen Strecken und Abbaue ohne besondere Verzimmerung. Bei weniger festem Gestein sind aber Einstürze des Hangenden zu befürchten. Deren Verhütung erfordert dann besondere Vorsichtsmassregeln und damit auch besondere Kosten.

Plastische Gesteine sind für den Abbau meist unerwünscht. In Westfalen tritt in der dortigen Gaskohlengruppe an vielen Orten ein plastischer Schieferton auf. Unter dem Einfluss des Gebirgsdruckes quellen diese Schiefertone langsam in die Abbaue hinein, so dass es fortgesetzte Arbeit und Geld kostet, die Förderstrecken offen zu halten.

Für den Bergbau ist ferner die Wasserdurchlässigkeit resp. Wasserführung des Nebengesteines der Flöze von grosser Bedeutung.

So besteht das Hangende der Braunkohle in der Grube Friedrich Christian bei Aschersleben[2]) teilweise aus marinem Unteroligocän (Grünsand), teilweise aus diluvialem Kies. Diese Verschiedenheit der Deckschichten macht sich in der Grube sehr bemerkbar; denn die Grünsande des Unteroligocäns bilden für den Grubenbetrieb eine im allgemeinen Wasser abdämmende Schicht, während die diluvialen Kiese im hohen Masse wasserführend sind. Ähnliche Beispiele lassen sich aus vielen anderen Gebieten anführen.

Beim Braunkohlenbergbau findet man meist lose Schichten im Hangenden. Lockeres Gebirge kann durch Wasseraufnahme nun aber für den Bergbau besonders unangenehme Eigenschaften erhalten. Es

[1]) Gaebler, Das oberschlesische Steinkohlenbecken. Kattowitz 1909. S. 53.

[2]) Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 116.



kann nämlich aus derartigen losen Gesteinen durch Wasseraufnahme ausser wasserreichem auch schwimmendes Gebirge entstehen[1]).

Schwimmende Gebirge sind lockere Gebirgsmassen, welche ausser Adhäsionswasser auch noch kapillares Wasser enthalten. Diese Gebirgsmassen lassen kapillares Wasser selbst dann nicht ausfliessen, wenn Ausflussöffnungen vorhanden sind. Die Zwischenräume zwischen den festen Teilen des Gesteines sind nämlich so klein, dass sie kapillar wirken, also das Wasser der Schwerkraft entgegen aufsaugen. Die festen Bestandteile eines schwimmenden Gebirges müssen daher entweder so feinkörnig sein, dass nur haarfeine Zwischenräume zwischen den einzelnen Teilen bestehen, oder sie müssen, wenn gröbere Stücke mit vorliegen, zwischen diesen gröberen Stücken genügend viele feinkörnige Teilchen enthalten. Der Wassergehalt des feinkörnigen, schwimmenden Gebirges beträgt nach Bestimmungen von Herwegen (ohne überschüssiges Wasser) 27 Prozent, bei $^1/_2$ mm Korngrösse 25,2 Prozent, bei 1 mm 24,6 Prozent.

Der Wassergehalt nimmt also mit der Zunahme der Korngrösse ab. Das Wasser dieses schwimmenden Gebirges lässt sich auf künstlichem Wege überhaupt nicht abzapfen. Man kann es nur durch Verdunstung entfernen.

Als wasserreiches Gebirge bezeichnet man beim Braunkohlenbergbau lockere Gebirgsmassen, welche ausser Adhäsionswasser auch noch viel freies, jedoch nicht kapillares Wasser enthalten. Sind Ausflussöffnungen vorhanden, so fliesst dieses Wasser aus. Ein wasserreiches Gebirge kann daher bis auf das Adhäsionswasser immer entwässert werden. Die Ausdehnung einer Entwässerungszone hängt dabei vor allem von der Korngrösse des wasserreichen Gebirges ab. —

Schwimmsande bedeuten für den Braunkohlenbergbau eine grosse Gefahr. Infolge ihrer innigen Vermengung mit Wasser besitzen sie eine grosse Beweglichkeit und dringen oft stromartig in die Abbaue hinein.

Als Beispiel eines derartigen Schwimmsandeinbruches sei das Grubenunglück der Braunkohlengrube Moys bei Görlitz (Oberlausitz) kurz skizziert, über welches uns K. Priemel[2]) berichtet hat.

In den hangenden Schichten der Braunkohlenflöze von Moys findet man stellenweise Ausstrudelungen (sog. Schlotten), welche sich bereits

---

[1]) Der Einfluss des Deckgebirges auf den Grubenbetrieb beim Braunkohlenbergbau. „Braunkohle" 1912. XI. Jahrg. S. 1.

[2]) K. Priemel, Die Braunkohlenformation des Hügellandes der preuss. Oberlausitz. Zeitschr. f. B. H. und S. W. im preuss. St. Bd. 55. Berlin 1907.



in der Tertiärzeit gebildet haben und infolgedessen auch mit tertiärem Materiale heute ausgefüllt sind. Diese Strudelkessel sind bisweilen stark wasserführend. Diluvium überlagerte diese Tertiärschichten mit scharfer Grenze.

Im Jahre 1904 brach plötzlich eine dieser Schlotten explosionsartig in die Abbaue hinein. Dieser Einbruch war verbunden mit einem gewaltigen Einsaugen von Luft. „Unter kilometerweit hörbarem Heulen wurden über Tage befindliche Feldgeräte und grosse Bäume strudelartig in die Tiefe gerissen und weit in die Strecken, ja sogar um ein Pfeilerkreuz herum eingesogen, so dass die Baumstämme bei den Rettungsarbeiten durchsägt werden mussten. Dieses nicht vorauszusehende Unglück forderte zwei Menschenleben".

7. Konkordante und diskordante Lagerung bei Flözen.

Kohlenflöze können wie alle Sedimente auf ihrem Untergrund in zweierlei verschiedener Weise lagern. Sie können

1. gleichförmig oder konkordant und
2. ungleichförmig oder diskordant

auf ihren Liegenden ruhen. Bei konkordanter Lagerung hat das Kohlenflöz mit seinem Untergrund immer dasselbe Streichen und Fallen. Es ist zeitlich alsdann unmittelbar nach den Schichten des Untergrundes abgelagert. Bei diskordanter Lagerung war zwischen Ablagerung des Flözes und Bildung seines Untergrundes ein grösserer zeitlicher Zwischenraum.

Kohlenflöze sind meist Landbildungen, d. h. organogene terrestrische Sedimente. Die unter und über ihnen lagernden Schichten sind in der Regel unter Wasser abgesetzt. Man sollte daher eigentlich diskordante Lagerung bei den meisten Kohlenflözen erwarten. In Wirklichkeit ist aber konkordante Lagerung die Regel. Der Wechsel zwischen Land- und Wasserbedeckung ist bei Ablagerung der Kohlenflöze eben so plötzlich aufeinander gefolgt, dass eine Schicht sich sofort auf der vorhergehenden absetzen konnte, ohne dass eine Pause in der Sedimentierung eintrat.

Bei den Kohlenflözen unterscheidet W. Petrascheck[1]) je nach der Art ihrer Auflagerung Grundflöze und eingelagerte Flöze. Die Grundflöze entsprechen ungefähr denjenigen Flözen, welche diskordant auf ihrem Untergrunde lagern, während die eingelagerten Flöze konkordant dem Nebengestein zwischengeschaltet sind.

[1]) W. Petrascheck, Fortschritte der Geologie der österreichischen Kohlenlager im letzten Dezennium. Österr. Zeitsch. f. B. u. H. W. 1912. S. 516.



Zu den diskordant lagernden Grundflözen gehört das Flöz von Kladno in Böhmen und das Kreideflöz von Carpano. Beide finden sich vornehmlich in Vertiefungen des praecarbonischen Gebirges, dem sie direkt auflagern. Ihre Haupteigentümlichkeit ist „die geradezu launenhafte Unstetigkeit in der Verbreitung.“ Die eingelagerten Flöze, wie wir sie als Norm in Westfalen, Oberschlesien usw. finden, liegen dagegen stets inmitten ihrer Kohlenformation. Sie sind gewöhnlich sehr stetig und anhaltend.

Im folgenden seien einige weitere Beispiele für die immerhin seltener auftretenden diskordant lagernden „Grundflöze“ angeführt.

Bei Radnitz[1]) in Mittelböhmen lagern Flöze direkt auf dem Grundgebirge, einem alten Erosionsrelief. Über den Erhebungen dieses Grundgebirges schwächen sich die Flöze stark ab, fehlen mitunter sogar ganz, während sie in den dazwischen liegenden Mulden oft zu ansehnlicher Mächtigkeit anschwellen. Man kann bei Radnitz zweierlei Erhebungen („Rücken“) des Grundgebirgs unterscheiden. Die einen sind sehr ausgedehnt und zusammenhängend („Hauptrücken“). Die anderen („Nebenrücken“) sind schmäler und verlaufen gleichzeitig mehr oder weniger quer zu den „Hauptrücken“, wobei sie mit der Entfernung von diesen verschwächen. Die Beckenränder der dortigen Kohlenablagerung fallen vielfach mit solchen Hauptrücken zusammen.

Auch im nordböhmischen Braunkohlengebiet[2]) sind durch Erhebungen und Vertiefungen des Untergrundes öfter Verschiedenheiten in der Flözentwicklung herbeigeführt. So sieht man im Tagebau bei Schellenken, wo die bauwürdige Flözmächtigkeit 30 m übersteigt, das Liegende sich rasch emporheben, wodurch das Flöz auskeilt. In der Viktoriagrube bei Ossegg hat man im Liegenden des Flözes eine ältere Basaltkuppe, an deren Fuss die älteren Flöze abschneiden, während die jüngeren über diese Kuppe hinwegstreichen.

Andere Beispiele für diskordante Auflagerung der Flöze findet man im Lugau-Ölsnitzer Steinkohlenrevier, bei einzelnen Braunkohlenflözen der niederrheinischen Bucht und anderswo.

Wie das Flöz auf seinem Untergrund diskordant oder konkordant lagern kann, so kann auch das Hangende des Flözes auf diesem diskordant oder konkordant lagern. Die gewöhnliche Lagerung ist auch hier die konkordante.

---

[1]) W. Petrascheck, Die Steinkohlenvorräte Österreichs. Österr. Z. f. B. u. H. W. 1908. S. 446.

[2]) Führer durch das nordwestböhmische Braunkohlenrevier. II. Aufl. Brüx 1908.



Über eine diskordante Lagerung des Hangenden berichtet Ch. Barrois. Nach ihm wird in Nordfrankreich das Flöz Poissonnière (de la Fosse Déjardin, Cie. d'Aniche) in der 310 m-Sohle im Hangenden von bituminösen, marinen Schichten überlagert, während in der 235 m-Sohle dasselbe Flöz von Süsswasserschichten bedeckt wird, auf welche erst die marinen Schichten folgen. Es hat hier also nach Ablagerung des Flözes eine langsame Transgression des Meeres stattgefunden, welche teils direkt über Kohle, teils über bereits abgelagerte Süsswasserschichten erfolgte.

Eine häufig bei Kohlenflözen beobachtete Diskordanz ist die Erosionsdiskordanz. Auf diese Erosionsdiskordanz sei erst bei Besprechung der Erosionserscheinungen näher eingegangen.

8. Der Einfluss der Kohle auf die Färbung des Hangenden und Liegenden der Flöze.

(Rote und graue Gesteine).

Im Steinkohlenbergbau hat sich durch zahlreiche Beobachtungen folgender Erfahrungssatz herausgebildet: Kohlenflöze lagern stets innerhalb grauer oder dunkler Gesteinsschichten, während beim Auftreten roter Schichten keine Flöze zu erwarten sind, so lange die Rotfärbung andauert[1]).

So findet man im böhmischen Kladno-Rakonitzer Kohlenbecken[2]) zu unterst graue Sandsteine, welchen das mächtige Kladnoer Hauptflöz eingelagert ist. Überlagert wird diese Schichtengruppe von fossilfreien roten Schiefertonen. Hierauf folgen dunkelgraue Schiefertone, welche auch wieder ein Flöz, das Schlaner Hangendflöz, enthalten. Überlagert werden diese flözführenden grauen Tonschiefer dann nochmals von flözleeren roten Schiefertonen (Lihner Schichten). Es findet hier also ein zweimaliger Wechsel zwischen grauen und roten Schichten statt.

Im Saarbrücker Revier[3]) stellt sich die Rotfärbung der Schichten nicht erst im Rotliegenden, sondern bereits mitten im Oberkarbon oberhalb der dortigen flözreichen Abteilung ein. Im Döhlener Becken (Sachsen) liegen die Flöze des dortigen, sonst rot gefärbten Rotliegenden in einer grauen Schichtenfolge.

---

[1]) O. Stutzer, Die Bedeutung der roten und grauen Gesteine im Schichtprofile der Steinkohlenablagerungen. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1913. S. 423.

[2]) Weithofer, K. A.: Geologische Skizze des Kladno-Rakonitzer Kohlenbeckens. Verh. d. k. k. Geol. R. A. 1902, S. 399 u. f.

[3]) Dannenberg, Geologie der Steinkohlenlager, Berlin 1909, I. Teil, S. 31.

Im Zwickauer Steinkohlenrevier (Sachsen) werden die grauen und dunklen Schichten der dortigen carbonischen Kohlenablagerungen diskordant von mittlerem und oberem Rotliegenden überlagert. Die Basis dieser permischen Ablagerung bildet im Zwickauer Revier das „graue Konglomerat", welches mitgerissene Brocken von Kohle enthält. Es folgen konkordant hierüber die roten Ablagerungen des Rotliegenden. Bisweilen treten innerhalb dieser rotgefärbten Schichten auch schwache, unabbauwürdige Kohlenflözchen auf. Schiefertone und Sandsteine im Hangenden und Liegenden dieser ganz dünnen Kohlenablagerung sind alsdann aber nicht rot, sondern grau gefärbt[1]).

Im Obercarbon Oberschlesiens beobachtet man nach F. Frech[2]) ähnliche Erscheinungen. „In petrographischer Hinsicht werden die Idastollner Schichten durch die intensiv rote Farbe der Konglomerate, Sandsteine und Schiefer gekennzeichnet, die nur in der Nähe der Flöze eine graue bis grauschwarze (Schiefer-) Färbung annehmen". „Auch die eigentlichen, etwa 160 m mächtigen Radowenzer oder oberen Ottweiler Schichten bestehen aus roten Schiefern, Sandstein und Konglomeraten, die nur unmittelbar neben den sechs Flözen eine graue oder schwarzgraue Färbung annehmen."

Die Zahl solcher Beispiele lässt sich mit Leichtigkeit vermehren. Für die Praxis ergibt sich aus diesen und ähnlichen Beobachtungen jedenfalls der immerhin wichtige Schluss, dass innerhalb roter Schichten zunächst keine Kohlenablagerung zu erwarten ist[3]).

Worin besteht nun die Ursache dieses augenscheinlichen Zusammenhanges zwischen dem Auftreten von Kohle und der Färbung der begleitenden Gesteine? Hierüber sind eigentlich nur zwei Ansichten bisher geäussert.

In neuerer Zeit wird der Wechsel roter und grauer Schichten im Schichtprofile von Steinkohlenablagerungen öfter auf einen Wechsel der klimatischen Zustände zur Zeit der betreffenden Kohlenablagerungen zurückgeführt.

Diese Ansichten sind an anderer Stelle bereits zurückgewiesen (S. 110).

---

[1]) Verschiedene Querschläge im Zwickauer Revier haben diese hangenden Schichten gut aufgeschlossen, z. B. in dem am meisten NO gelegenen Schachte Morgenstern 3.

[2]) F. Frech, Deutschlands Steinkohlenfelder und Steinkohlenvorräte. Stuttgart 1912.

[3]) Lokale Rotfärbung produktiver Schichten ist in einzelnen Kohlenrevieren beobachtet. Dieselbe lässt sich alsdann aber leicht als lokale Infiltration von irgendwelchen Spalten her erkennen. Auf diese untergeordnete Erscheinung ist im folgenden nicht eingegangen.

Nach unserer Anschauung ist vielmehr das Verschwinden der Rotfärbung der Gesteine in der Nähe von Kohlenflözen auf Reduktionserscheinungen zurückzuführen.

Derartige Reduktionserscheinungen haben sich zum Teil bereits während der Bildung der Kohlenlager, d. h. während der Anhäufung der organischen Materie abgespielt, zum Teil aber auch erst zu einer späteren Zeit, nachdem die hangenden Schichten bereits abgelagert waren.

Die reduzierende Tätigkeit organischer Substanz auf färbende Bestandteile von Gesteinen lässt sich heute sehr schön in Torfmooren beobachten. Im Schwarzwald z. B. werden die durch Eisenoxyd rot gefärbten Buntsandsteinblöcke sofort gebleicht, wenn sie im Moorwasser liegen. Die einheimische Bevölkerung bezeichnet diese so gebleichten Steine ihrer bleichen Farbe wegen als Leichensteine. Den Vorgang dieser Entfärbung deutet man so, dass das rote Eisenoxyd der im Moorwasser liegenden Gesteine zu Eisenoxydul reduziert, alsdann gelöst und weggeführt wurde.

Wie in den jetzigen Mooren, so wird aber auch in früheren Zeiten die sich ablagernde Pflanzensubstanz durch sich bildende Humussäuren reduzierend auf die Ablagerungen des Untergrundes eingewirkt haben, wodurch alsdann ursprünglich rot gefärbte Ablagerungen die Farbe verloren, ebenso wie die jetzigen Buntsteinblöcke in den Mooren des Schwarzwaldes.

Aber auch nach Bildung der Kohle hat die organische Substanz der Kohle noch reduzierend gewirkt[1]). Derartige Reduktionsprozesse, die sich alsdann vor allem im Nebengestein abspielten, muss man sich durch Gase veranlasst denken, welche auf Spalten oder durch Diffusion von der Kohle aus sich verbreiteten. Es konnte durch solche Reduktionsprozesse alsdann auch eine etwa vorhandene Rotfärbung des Nebengesteins verschwinden, weil sich hierbei dann ebenso wie bei den „Leichensteinen“ des Schwarzwaldes, wenn auch durch etwas andere chemische Prozesse, das rote Eisenoxyd zu graugrünem Eisenoxydul reduzierte. Beim Auskeilen eines Kohlenflözes in einer Schichtenlage müsste daher eine ursprünglich rote Färbung des Hangenden sofort wieder erscheinen — was auch tatsächlich beobachtet ist.

So berichtet aus dem Döhlener Becken bei Dresden R. Hausse[2]) folgendes:

---

[1]) In der Erzlagerstättenlehre ist die reduzierende (ausfällende) Wirkung kohlenstoffhaltiger Gesteine auf Erzlösungen öfters beschrieben.

[2]) Hausse, R.: Das Döhlener Becken. Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Leipzig 1892. S. 91.



„Das Hangende des Hauptflözes bildet .... ein graugrüner oder grauschwarzer Schieferton, wie er auch im übrigen Steinkohlengebirge auftritt; dort hingegen, wo das Flöz eine Vertaubung erleidet, nehmen diese Schiefertone eine rötliche Farbe an .... Die in der zentralen Partie der Vertaubungsfläche zu beobachtende rötliche Färbung des Hangenden verliert sich, ohne dass sich dabei das Gesteinsmaterial verändert, in der Richtung nach den Grenzen der Vertaubung hin allmählich in die graue Farbe, die der hangende Schieferton überall dort besitzt, wo das Flöz seine normale Beschaffenheit hat".

In entsprechender Weise sieht man auch im Zwickauer Kohlenbecken im dortigen, gewöhnlich rot gefärbten Rotliegenden stets eine Bleichung des Gesteins eintreten, sowie Spuren von Kohle auftreten, während dieselbe Schicht weiter in der Streichrichtung entfernt, wo die kohlige Substanz, also die Ursache der Bleichung, verschwunden ist, auch die normale rote Färbung des Gesteins wieder zeigt.

Aus England beschreibt ähnliches A. Strahan[1]). Er schildert hier den Übergang eines Kohlenflözes in ein Dolomitflöz (S. 197). Hangendes und Liegendes geht hierbei ungestört über die Versteinung des Flözes hinweg. Der einzige merkbare Unterschied ist nun aber, dass die Farbe des Hangenden über der Versteinung, wo also keine Kohle mehr vorhanden ist, nicht grau wie gewöhnlich, sondern tiefrot ist.

Ein Wechsel roter und grauer Schichten im Profile der Kohlenablagerungen ist daher nicht auf einen Wechsel klimatischer Bedingungen, sondern auf Reduktionserscheinungen von seiten der Kohle zurückzuführen. Es soll hiermit natürlich nun nicht gesagt sein, dass alle mit der Steinkohle zusammen auftretenden grauen Schichten aus roten Gesteinen durch Reduktion entstanden sind. Es sind graue Gesteine natürlich meist überhaupt primär vorhanden gewesen. Nur findet man rote Gesteine im direkten Hangenden und Liegenden der Kohle deshalb nicht, weil eine etwa ursprünglich vorhandene Rotfärbung durch Reduktionsprozesse von seiten der Kohle in Graufärbung übergeführt wurde.

9. Die Identifizierung der Kohlenflöze durch Leitschichten.

Die Lagerung der Kohlenflöze ist in vielen Kohlenbecken eine recht gestörte. Der Kohlenbergmann wird daher oft vor die Aufgabe gestellt, ein beim Bohren, Schachtabteufen oder Streckentreiben neu

[1]) A. Strahan, On the passage of a seam of coal into a seam of dolomite. — Quart. Journal of the geol. Soc. of London 57. 1901. S. 297.



gefundenes Flöz mit einem schon bekannten Flöze desselben Revieres zu identifizieren. Neben einem eingehenden Studium der schon vorliegenden Risse und Profile wird man hierbei besonders auf die petrographischen und palaeontologischen Eigenschaften der Flöze und ihrer Zwischenmittel achten müssen. Die einzelnen Flöze und Zwischenmittel haben mitunter ganz charakteristische Merkmale, die auf lange Strecken hin aushalten. Solche charakteristischen Flöze oder Gesteinsbänke im Profile der Kohlenbecken bezeichnet man als „Leitschichten“, weil sie leitend beim Aufsuchen der einzelnen Flöze sind.

Bisweilen lassen sich einzelne Flöze durch ihre Mächtigkeit oder durch den chemischen Charakter ihrer Kohle schon leicht wieder erkennen. Solche Flöze nennt man Leitflöze. In Westfalen dienen als Leitflöze vor allem die Flöze „Mausegatt“ der Magerkohlengruppe, „Sonnenschein“ und „Katharina“ der Fettkohlengruppe und „Bismarck“ der Gasflammkohlengruppe.

Grosse, mächtige Flöze haben mitunter auch noch andere Charakteristiken. So führen sie stellenweise dünne Lettenlagen, die als Leitlage für die verschiedenen Abteilungen des Flözes dienen können. So besitzt das ca. 6 m mächtige Hauptflöz des Döhlener Beckens zwei dünne, oft nur fingerdicke Lettenlagen, welche im ganzen Revier zu verfolgen sind und welche das Flöz selbst in drei Teile gliedern (Fig. 25).

Im Zwickauer Revier diente in ähnlicher Weise als Leitlage in einem Flöze der „Lehestreifen“, welcher das dortige Lehekohlenflöz charakterisiert. Dieser Lehestreifen ist eine dünne, grauschwarze Schieferlage von 1 bis höchstens 10 cm Mächtigkeit. In der dunklen Grundmasse dieses Streifens liegen zahlreiche weisse bis hellgelbliche Tonkörnchen, welche dem Streifen ein hellgesprenkeltes, höchst auffälliges Aussehen verleihen. In der Praxis hat man mit Hilfe dieses Lehestreifens das Lehekohlenflöz auch nach Störungen stets identifizieren können.

Auch im Saarkohlenbecken treten solche charakteristische Toneinlagerungen in manchen Flözen auf. Die dortigen zwei „Tonsteinschichten“ bestehen aus feinkörnigen dichten Gesteinen von heller Farbe und muscheligem Bruche. Sie sind also leicht erkennbar. Die wichtigste dieser beiden Tonsteinschichten ist die obere Bank. Dieselbe tritt in Flöz Nr. 11 (Flöz Pfuel der Grube Dudweiler, Nr. 16 von St. Ingbert) auf. Dieses Flöz wird daher auch als Tonsteinflöz bezeichnet.

Ausser derartigen Lettenstreifen und Tonsteinschichten findet man in Flözen bisweilen auch noch andere Einlagerungen, welche das Flöz auf weite Erstreckungen hin gut charakterisieren. Als solche seien vor



allem die „Torfdolomite“ genannt, welche z. B. in Westfalen ziemlich niveaubeständig in zwei Flözen auftreten. Diese Torfdolomite sind Dolomitkonkretionen innerhalb der Kohlenmasse (s. S. 186). Ihre Niveau-

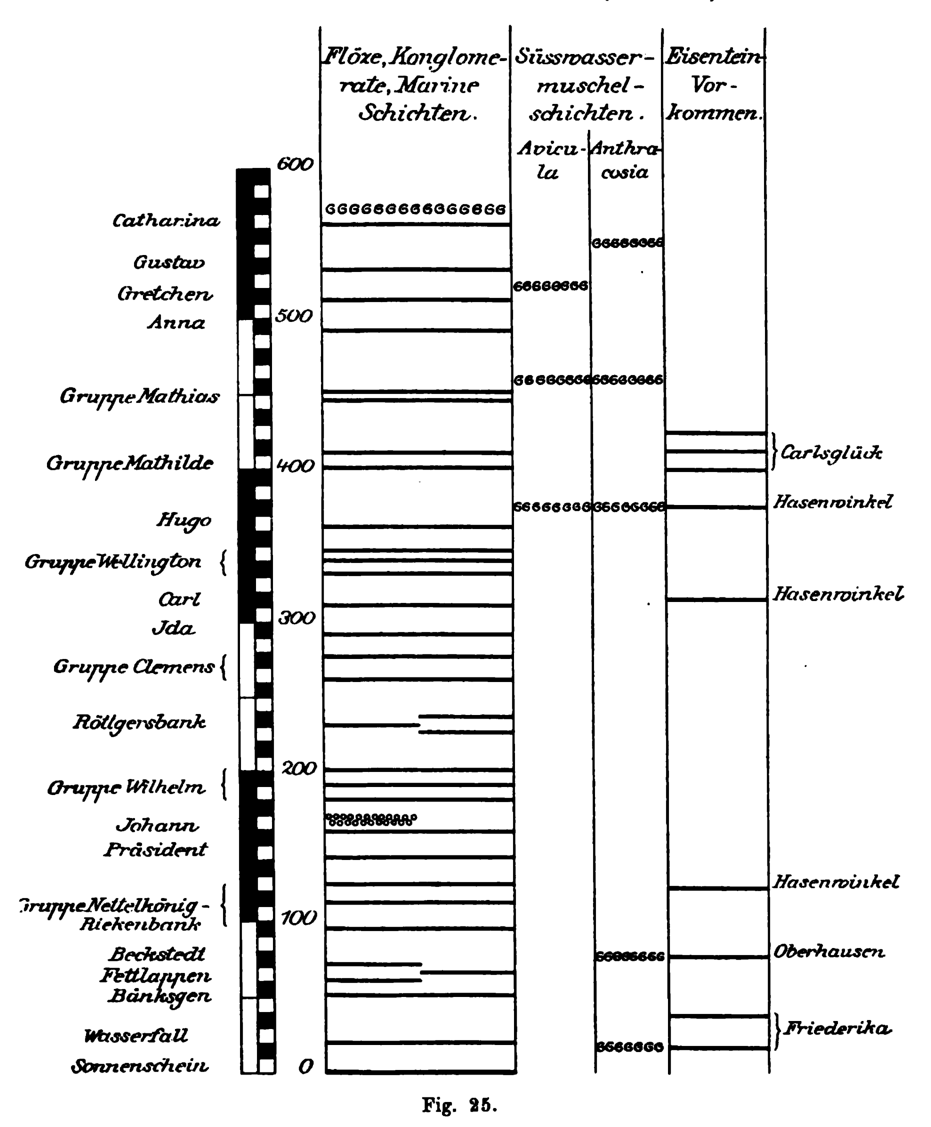


Fig. 25.

Normalprofil der Fettkohlenpartie Westfalens (nach Cremer).
Masstab 1 : 5000.

beständigkeit hat besonders dadurch Bedeutung erlangt, dass man mit ihrer Hilfe ein Flöz des Aachener Beckens (Flöz 6, Mariengrube) mit

einem Flöze Westfalens (Katharina) identifizieren konnte, eine Identität, die man aus anderen Gründen schon früher vermutet hatte. Mit Hilfe dieser Torfdolomite[1]) könnte man sogar eine Identifizierung westfälischer Flöze mit belgischen und nordfranzösischen durchführen.

Eine weit grössere Bedeutung als Leitflöze haben taube Schichten des Kohlenprofiles beim Aufsuchen und Identifizieren von Flözen. Diese Leitschichten können petrographisch und palaeontologisch charakterisiert sein.

So verwendet man im rheinisch-westfälischen Becken Bänke mit marinen Versteinerungen als Leitschichten, da dieselben auf gewisse Strecken hin niveaubeständig sind. Diese Bänke führen besonders Aviculopecten papyraceus und Nautilus Vanderbecki. Aber auch Schichten mit Süsswassermuscheln (Anthracosia) dienen in Westfalen als Leitschichten. Diese durch Versteinerungen gekennzeichneten Schichten werden aber meist nur in schwierigen Fällen herangezogen, da nur ein geologisch geschulter Bergmann diese zum Teil recht wenig mächtigen Gesteinslagen erkennt und nicht übersieht.

Pflanzenpalaeontologische Bestimmungen haben bei der Identifizierung von Flözgruppen in Oberschlesien besonders bei Bohrungen gute Dienste geleistet. Die dortigen Randflöze und Sattelflöze unterscheiden sich durch die in ihnen enthaltenen Pflanzenreste recht deutlich. Aber auch zu diesen Bestimmungen ist meist die Beihilfe eines Geologen erforderlich.

Eine sehr weite Verwendung finden in der Praxis petrographisch charakterisierte Leitschichten.

So benutzt man in einem Teil des Saarkohlenbeckens einen Melaphyr als Leitschicht. Derselbe tritt dort als intrusiver Lagergang auf (über Flöz 7 der Rothellgruppe). Obwohl dieser Melaphyr bisweilen gangartig das Nebengestein durchsetzt, hält er sich dennoch fast immer in demselben Niveau und kann daher als Leitschicht auf eine gewisse Entfernung hin dienen.

Besonders häufig ist die Verwendung charakteristischer Konglomerate als Leitschicht, obwohl dieselben oft nicht sehr lange aushalten. Man benutzt dieselben in vielen Kohlenrevieren, z. B. im Indebecken (Aachen). Das bekannteste ist das dortige „dritte" Konglomerat, welches über dem Flöz „Kleinkohl" liegt.

---

[1]) A. Renier, Sur les conséquences de la découverte des concrétions dolomitiques à la mine Maria d'Aix-la-Chapelle. Extrait des Annales de la Soc. géol. T. 36. 1909. S. 165 ff.



Auch Eisensteinschichten, Schwefelkieseinlagerungen und sonstige leicht erkennbare und auf gewisse Entfernung aushaltende Gesteinsmassen sind als Leitschichten lokal im Gebrauch. —

Erschwert wird die Identifizierung eines Flözes oft dadurch, dass sich der Charakter des Nebengesteines und auch der Kohle im Verlauf des Streichens ändert. Hierzu kommen noch Veränderungen in der allgemeinen Gruppierung der Flöze. Als Beispiele für derartige Veränderungen seien folgende Erscheinungen aus dem niederrheinisch-westfälischen Becken mitgeteilt:

Die obere Abteilung der dort am tiefsten gelegenen Magerkohlengruppe besteht im Westen des Reviers aus wenigen und geringmächtigen Flözen, im Osten (Dortmund) aus zahlreichen abbauwürdigen Flözen. — Ein durch eigenartige Konglomerate charakterisierter mächtiger Sandstein unter dem Flöz Sonnenschein fehlt im westlichen Felde. — Die mächtigen Flöze der unteren Fettkohlengruppe sind im Westen auffallend verkümmert. — Der Gasgehalt aller Kohlenflöze nimmt allgemein von Westen nach Osten zu. — Flöze der Magerkohlengruppe werden im Sprockhöveler Revier ausgesprochene Fettkohlen. — Die marine Schicht beim Leitflöz Katharina (mit Aviculopecten papyraceus) ist in den nordwestlichen Revieren kaum noch nachzuweisen. — Besonders in den oberen Abteilungen der Kohlenablagerungen verändert sich die Mächtigkeit der Flöze und der Zwischenmittel sehr schnell. Durch Verschwinden der Zwischenmittel vereinen sich getrennte Flöze, während neuauftretende und stark anschwellende Zwischenmittel früher einheitliche Flöze trennen. —

Durch derartige Änderungen kann eine Identifizierung bestimmter Flöze sehr erschwert werden. Es ist daher zur Identifizierung der Flöze unbedingt nötig, mehrere charakteristische Merkmale herbeizuziehen.

Als Beispiel für die praktische Durchführung der Identifizierung eines Kohlenflözes sei im Anschluss an die bisherigen Mitteilungen noch folgender Fall angeführt. Derselbe ist der Praxis entlehnt und von Cremer und Mentzel[1]) berichtet worden:

Auf der Zeche Adolf von Hansemann in Westfalen traf man in gestörter Lagerung zahlreiche Flöze an, deren Identifizierung Schwierigkeiten machte. Die nächsten Aufschlüsse waren etwa 2 bis 3 Kilometer entfernt und durch grosse Verwerfungen getrennt. — Die Durchschnittsanalyse der vorliegenden neun unbekannten Flöze ergab einen Gas-

[1]) Cremer und Mentzel in „Die Entwicklung des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbaues usw.“ Berlin 1903. S. 43.



gehalt der reinen Kohlensubstanz von 27—33 Prozent, wobei der Gasgehalt von oben nach unten abnahm. Aus diesem Gasgehalt liess sich der Schluss ziehen, dass man es mit Flözen der oberen Fettkohlengruppe und unteren Gaskohlengruppe zu tun hatte. — Das Studium der fossilen Pflanzen ergab die Anwesenheit der sog. Übergangsflora Westfalens, die im allgemeinen in der Fettkohlengruppe auftritt. — In vier verschiedenen Schieferschichten der oberen und unteren Flözgruppen traf man zahlreiche Exemplare von Avicula Feldmanni. Das massenhafte Auftreten dieses Fossils ist aber erst von der oberen Fettkohlenpartie an aufwärts beobachtet. Alle diese Merkmale sprachen für Flöze der oberen Fettkohle und unteren Gaskohle. — Ferner erschien in den oberen Schichten ein fast flözleeres Mittel von ungefähr 100 m Mächtigkeit. Im Liegenden derselben folgte eine Gruppe dicht gedrängter Flöze. Ein ähnliches flözarmes Mittel findet sich an anderen Stellen Westfalens im Schichtprofile der Flöze Laura und Viktoria zwischen der oberen Fett- und der unteren Gaskohlengruppe. Es stimmte dieses also auch mit den bisherigen Beobachtungen überein. — Zur endgültigen Feststellung blieb nur noch übrig, die marine Schicht mit Aviculopecten papyraceus nachzuweisen, welche über dem obersten Flöz der Fettkohlengruppe, dem Leitflöz Katharina, auftritt. Nach längerem Suchen fand sich auch diese Schicht, wodurch die zuerst gezogenen Schlüsse als richtig bestätigt wurden. Die Flözgruppe war hiermit identifiziert.

10. Die Benennung der Flöze.

Überall dort, wo mehrere Kohlenflöze auftreten, hat es sich als notwendig erwiesen, die einzelnen Flöze zu bezeichnen. Diese Bezeichnung erfolgt entweder durch Zahlen, und dann gewöhnlich von oben nach unten laufend, oder sie erfolgt durch Eigennamen.

Da eine Identifizierung der Flöze in einem grossen Kohlenbecken oft erst lange nach Aufschluss der verschiedenen Flöze in den einzelnen Gruben dieses Beckens stattfindet, so trifft man oft für dasselbe Flöz mehrere Namen.

Im Saarkohlenbecken heisst z. B. das Flöz „Anna“ des mittleren Flözzuges der Gruben Gerhard und Serlo auf der Grube Jägersfreude „Hardenberg“, auf der Grube v. d. Heydt „Amelung“ und auf den Gruben Friedrichstal, Reden und Kohlwald „Motz“ und „Kallenberg“.

Im niederrheinisch-westfälischen Becken hat das Leitflöz Mausegatt noch die Namen „Kick“ (bei Mülheim), „Blumendelle“ (bei Heissen), „Hundsnocken“ (bei Stub, Heisingen), „Frischauf“ und „Turteltaube“

(bei Witten), „Dicker Kirschbaum“ (bei Hörde), „Lehnbank“ und „Feldgesbank“ (in der Herzkämper Mulde).

Das Leitflöz „Sonnenschein“ in Westfalen hatte früher die Namen „Dicke Jungfer“ (Zeche Krone), „Victor Friedrich“ (Mansfeld), „Glocke“, „Wippsterz“ (Zeche General), „Grossebank“ (General, Hasenwinkel), „Friedrich“ (Zeche Walfisch), „Schnabel“, „Ölzweig“ (Zeche Johann-Deimelsberg), „Wilhelm“ (Zeche Roland), „Vierfussbank“ (Zeche Gilles Antoine), „Schinkenbank“ (Zeche Richradt), „Osterflöz“ (Zeche Alstaden), „Sandbank“, „Grossevarstbank“, „Neue Approche“ und „Flöz Nr. 1“ (Zeche Altendorf).

II. Mit der Kohle örtlich zusammen auftretende andere nutzbare Ablagerungen.

Örtlich können mit der Kohle zusammen auch noch andere nutzbare Lagerstätten im Hangenden oder Liegenden der Flöze auftreten, sei es, dass dieselben genetisch aufs engste mit der Kohle zusammenhängen, sei es, dass sie nur rein zufällig in der Nähe der Flöze lagern.

So findet man in Oberschlesien nicht sehr tief unter den dortigen Galmeilagerstätten von Beuthen und unter den Eisenerzlagerstätten von Tarnowitz Kohle. Man könnte hier in ein und demselben Schachte zu gleicher Zeit Erz und Kohle fördern. Am Niederrhein haben Kohlenbohrungen öfter Zechsteinsalze durchstossen, bevor sie das Kohlengebirge erreichten. Im Zwickauer Revier fand man in dem zuerst durchfahrenen Rotliegenden stellenweise Kupfererz, hauptsächlich gediegenes Kupfer in Form von Blechen, dann aber auch Arsenkupfer (Domeykit) und Kupferpecherz. Auf dem dortigen Bürgerschacht I hat man früher sogar versucht, dieses Kupfer bergmännisch zu gewinnen. Der Versuch musste jedoch bald wieder eingestellt werden.

Ferner können hier auch nutzbare Ablagerungen der oberen Erdschichten erwähnt werden, von welchen besonders beim Abbau von Braunkohlenflözen manches verwertet wird, wie Flaschentone und Glassande. Auch das in Steinkohlengruben auftretende salzige Wasser hat man bisweilen nutzbringend verarbeitet. So gewann man noch im Jahre 1854[1]) bei Zwickau täglich 8 Zentner Kochsalz durch Verdampfen der Grubenwässer[2]).

Diese Beispiele für zufällig mit Kohle vereinte andere Lagerstätten lassen sich leicht vermehren.

---

[1]) Siehe O. E. Arnold, Lit. cit. S. 46.

[2]) Man gewann dieses Salz aus den Gewässern des tiefen Planitzer Flözes im Schachte der Bürgergewerkschaft unter Benutzung der Wärme der Koksöfen. Man hat damals 8000 Zentner Kochsalz und 300 Zentner Chlorcalcium gewonnen.



Interessanter sind Lagerstätten, welche nicht nur örtlich, sondern auch genetisch zu Kohlenflözen Beziehung haben. Von diesen seien einige genannt.

Kaolin und feuerfester Ton.

Die Beziehungen zwischen Kaolinisierung und Kohlenbildung sind oft recht innige. Nach Fr. Glöckner[1]) ist infolge solcher innigen Beziehungen sogar bisweilen[2]) der Schluss zulässig, dass dann, wenn Kaolinlagerstätten „unter der Erdoberfläche verschwinden und eine Mulde bilden, eine Bohrung auf Braunkohle Aussicht auf Erfolg hat. Anderseits aber wird in einem Gebiete autochthoner Braunkohlenlagerstätten, in dem zugleich altvulkanische feldspatführende Gesteine auftreten, eine Durchbohrung der Kohlenlagerstätten sehr oft das Vorhandensein nutzbarer Kaolinlagerstätten beweisen".

Die Bildung von Kaolin unter Braunkohlenflözen, d. h. unter tertiären Flachmooren, kann man sich erklären durch Einwirkung humussaurer Gewässer auf feldspatreiche Gesteine des Untergrundes.

Im folgenden seien einige Beispiele für solche Kaolinisierungserscheinungen unter Braunkohlenflözen angeführt:

In Niederschlesien ist nach Berg[3]) der an der Basis des dortigen braunkohleführenden Miocäns auftretende Granit, Gneis, Glimmerschiefer und Tonschiefer kaolinisiert. —

Im Braunkohlenrevier von Saarau in Schlesien[4]) werden die dortigen Braunkohlen von sog. Weisstonen unterlagert. Diese Weisstone sind schneeweisse, magere, kaolinartige Tone, welche durch Zersetzung aus dem unmittelbar unterlagernden Striegauer Granit entstanden sind. Die Tone werden heute abgebaut und finden ausgedehnte Verwendung in der Porzellanfabrikation und Tonindustrie. —

Weitere Beobachtungen hat H. Stremme[5]) zusammengestellt. Nach ihm ist in der Lausitz (Gegend von Bautzen) Kaolin weit verbreitet. Nicht nur Granitit, sondern auch Kulmische Grauwacke ist an vielen Stellen hier kaolinisiert. Niemals fehlen dann aber in unmittelbarer Nähe die Ablagerungen der Braunkohlenformation mit ihren Humusbildungen.

---

[1]) Fr. Glöckner, Inkohlung und Kaolinisierung. „Braunkohle". 1912. S. 225—226.

[2]) Wenn es sich um Kaolinlagerstätten im weiten Flachlande handelt, wo in jüngerer Zeit keine vulkanische Tätigkeit vorhanden war.

[3]) Berg, Monatsber. geol. Ges. 1906. S. 56.

[4]) Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 188.

[5]) H. Stremme, Über die Beziehungen einiger Kaolinlager zur Braunkohle. N. Jahrb. f. Min. Geol. Pal. 1909. Bd. II. S. 91 ff.



Ebenso fasst Stremme die Entstehung der bekannten Karlsbader Kaolinvorkommen auf als ein Zersetzungsprodukt des dortigen Granites durch das Sickerwasser tertiärer Flachmoore. Jedenfalls ist es sicher, dass die Karlsbader Kaolinvorkommen mit Braunkohle zusammen auftreten, und dass sie schon vor dem Erscheinen der böhmischen Thermen und Säuerlinge vorhanden waren[1]).

Eine ähnliche Entstehung haben nach Stremme auch die bekannten Kaolinvorkommen von Meissen und Halle.

Wir selbst können uns auf Grund langjähriger eigener Beobachtungen der Meinung derer anschliessen, welche einen genetischen Zusammenhang zwischen Kaolinbildung und Braunkohlenablagerung überall dort annehmen, wo beides mittelbar oder unmittelbar übereinander lagert[2]).

Den Kaolinlagern unter Braunkohlen entsprechen die Ablagerungen feuerfester Tone unter Steinkohlen.

Feuerfeste Tone bilden im Profile der Steinkohlenbecken meist das Liegende der Flöze, mitunter sind sie auch dem Flöze eingelagert. Sie treten entweder in der Form eigentlicher Tone oder als milder, fettig anzufühlender Schiefer auf. Sie werden besonders in England ausgebeutet und dienen hier zur Herstellung feuerfester Produkte. Auch in Westfalen und im Saarbrückener Becken werden solche Tone gewonnen und meist zur Herstellung feuerfester Ziegel benutzt. Im folgenden seien nach Demanet drei Analysen solcher feuerfester Tone angegeben.

	I.	II.	III.
Chemisch gebundene Kieselsäure	38,05	59,65	40,06
Kieselsäure als Quarz	11,50		4,64
Tonerde	35,19	25,82	36,36
Eisenoxyd	0,31	3,92	1,01
Kalk	0,45	0,45	0,42
Magnesia	0,36	1,24	0,86
Kali	1,13	—	1,61
Glühverlust	13,70	7,10	14,99
Schwefel	Spuren	Spuren	—

I. Aus dem Saarbrückener Becken.
II. Aus Westfalen.
III. Aus Schottland.

[1]) Einer der dortigen Schächte förderte als schwarz-weisser Schacht Kaolin und Kohle zur gleichen Zeit.

[2]) Es dürfte überflüssig sein hervorzuheben, dass hiernach nicht alle Kaolinlager in der geschilderten Weise entstanden sein müssen. Kaolinlager können sich auch auf andere Weise noch bilden.

In Deutschland sind unter den carbonischen feuerfesten Tonen besonders die Neuroder[1]) feuerfesten Schiefertone bekannt. Dieselben werden in der Rubengrube zu Kohlendorf und in der Johann-Baptistagrube zu Schlegel in der Grafschaft Glatz (Schlesien) im Grossen abgebaut. Sie sind dort von geringmächtigen carbonischen Kohlenflözen überlagert. Man kann sich diese Tone dadurch entstanden denken, dass durch die ehemaligen Carbonmoore das feldspatreiche Gestein des Untergrundes (Gabbro resp. Diabas) durch Kohlensäure und humushaltige Gewässer kaolinisiert wurde. Aus diesem Kaolin bildete sich dann der feuerfeste Ton.

Sphaerosiderit und Kohleneisenstein.

In Begleitung der Kohlenflöze findet man oft Eisenerze. Dieselben bestehen mineralogisch aus Eisencarbonat, welches in grösserer oder geringerer Menge Ton sowie kohlige und bituminöse Substanzen beigemengt enthält. Diese Eisenerze treten teils in Form abgeplatteter Kugeln, sog. Sphaerosideritnieren (Kidney ores), auf. Anderseits bilden diese Eisenerze auch wirkliche Flöze, die bis 1,80 m mächtig sind. Das Erz dieser Flöze wird meist als Kohleneisenstein oder Blackband bezeichnet.

Im folgenden seien einige Beispiele für das Vorkommen solcher Eisenerze angeführt[2]).

Im rheinisch-westfälischen Kohlenbecken sind im Anfang der fünfziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts Kohleneisensteine in grösseren Mengen gewonnen worden. In den Jahren 1852 bis 1867 hat man allein 9 308 311 Tonnen dieses Eisensteines gefördert. Die Eisensteinflöze treten in Westfalen vor allem in der unteren Abteilung, in der Magerkohlengruppe auf, sind aber auch in den höheren Abteilungen nicht unbekannt. Bäumler[3]) unterscheidet unter diesen Eisenerzen Westfalens Spateisensteine und Kohleneisensteine.

Ein mächtiges Spateisensteinflöz ist in Westfalen als Begleiter des Leitflözes „Mausegatt“ bekannt. Die Mächtigkeit desselben beträgt 50 bis

[1]) F. Tannhäuser, Zur Entstehung der Neuroder feuerfesten Schiefertone in der Grafschaft Glatz. Zeitschr. f. prakt. Geol. XVII. 1909. S. 522 ff.

[2]) Siehe die ausführlichen Zusammenstellungen in Stelzner-Bergeat, Die Erzlagerstätten. I. Bd. S. 226 ff.

[3]) Bäumler, Über das Vorkommen der Eisensteine im westfälischen Steinkohlengebirge. Preuss. Zeitschr. f. B., H. und S. W. XVII. 1869. S. 426—478.

Bäumler, Über das Vorkommen der Eisensteine im westfälischen Steinkohlengebirge. Verh. d. naturw. Ver. 1870. S. 158 ff.

120 cm. Es zeigt keine Schichtung oder Zerklüftung und ist sehr fest. „Die ganze Flözmasse ist aus dicht ineinander gelagerten kleinen kristallinischen Körnchen von meist weniger als 1 mm Grösse zusammengesetzt. Die einzelnen Individuen sind gewöhnlich fein krummblättrig. Der Bruch erscheint daher feinkörnig schimmernd. Im Grossen ist er muschelig und splitterig . . . Die Farbe des Eisensteines ist licht bis schwärzlichgrau, da der Spateisenstein von kohliger Substanz mehr oder weniger durchdrungen ist" (Bäumler). Auf Klüften findet sich Markasit und Arsenkies, selten Bleiglanz und Zinkblende. Der Spateisenstein bildet aber keineswegs ein zusammenhängendes Flöz im eigentlichen Sinne, sondern linsenförmige Massen von sehr verschiedener Grösse, oft allerdings von mehreren Hundert Metern Ausdehnung. Die chemische Zusammensetzung des Erzes ist nach dem Resultate von 4 Analysen[1]) (Zeche Müsen) folgende:

SiO_2	0,7 — 3,13
Al_2O_3	0,61— 3,27
Fe_2O_3	0,91— 4,14
FeO	49,90—54,80
MnO	0,25— 1,46
CaO	0,77— 2,82
MgO	0,45— 3,51
ZnO	Spur— 0,16
CO_2	34,55—37,91
P_2O_5	Spur— 1,19
FeS_2	0,08— 0,30
H_2O	0,11— 0,70
Organische Substanz .	0,21— 0,56
Eisen	41,02—45,66

Kohleneisenstein ist in Westfalen viel weiter verbreitet. Er besteht „aus einem schwarzen bis grauen und braunen schieferigen Gesteine, matt bis schimmernd auf dem höchst feinkörnigen, in den ärmeren Varietäten fast erdigen Brüchen. Die reicheren Varietäten besitzen ein spezifisches Gewicht von 2,8—3 und stehen in der Härte zwischen Kalkspat und Flusspat. Die schwarzen und schwärzlichen Varietäten zeigen auf dem glänzenden Strich ebenfalls schwarze und braune Farben. Der Bruch ist im Grossen schieferig, oder da, wo er die Absonderungsflächen verlässt, flach muschelig und dann oft wegen der spiesseckigen Richtung gegen die feinen Schieferblättchen seidenartig

[1]) Angeführt von Bäumler, zusammengezogen von Bergeat.

glänzend. Quer gegen die Schichtungsklüfte gebrochen, erzeugen häufig die in dünnen Schichten wechselnden dunkleren und helleren Partien eine gebänderte Zeichnung. Beim Aneinanderschlagen zweier Stücke oder dem Zerschlagen des Eisensteines gibt derselbe einen hellen, scherbenartigen Klang" (Bäumler).

Der Kohleneisenstein Westfalens ist meist der Kohle aufgelagert. Er kommt aber auch unter der Kohle und mitten in den Zwischenmitteln vor. In der Regel keilen die Eisensteinflöze ganz allmählich aus. In anderen Fällen gehen die Eisensteinflöze in Kohle, Brandschiefer oder eisenschüssigen Schiefer über. Innerhalb der Eisensteinflöze finden sich in Lagern oder Nieren bisweilen Phosphorite. Dieselben wurden früher ausgehalten und zur Herstellung von Superphosphat verwendet. Äusserlich gleichen diese Phosphorite sehr dem Kohleneisenstein. Sie können als eine phosphor- und kalkreiche und eisenarme Modifikation des Kohleneisensteins angesehen werden.

Die Kohleneisensteine und Sphaerosiderite Oberschlesiens beschreibt in ähnlicher Weise F. Roemer[1]). „Zahlreiche, grösstenteils aufrechte und unmittelbar auf dem Kohlenflöz stehende Stämme finden sich in den eisenerzführenden Schichten." Die Sphaerosiderite Oberschlesiens[2]) sind fast ausschliesslich an Schiefertone, selten an Sandsteine (Bradegrube) gebunden. Sie treten auf in Form von Knollen, Nieren oder Kugeln, die stets im Schiefer einzeln verstreut sind, teils sich zu Lagern von dicht aneinandergereihten Körpern zusammenschliessen. Anderseits findet man sie auch in Form flacher, weitgestreckter Linsen oder eigentlicher Flöze. Auf der Mathildengrube hat man ein 6,5 m mächtiges Toneisensteinflöz angetroffen, das durchschnittlich allerdings nur 10 Prozent Eisen hatte. Ohne feste Grenze ging dieses Flöz allmählich in eisenhaltigen Tonschiefer über. Diese Eisenerze sind früher in grossem Umfange abgebaut worden.

Auch aus dem Zwickauer und Waldenburger Kohlenbecken, aus der Aachener Gegend und aus dem Saarbrücker Gebiet sind derartige Eisensteine bekannt und meist auch gewonnen worden.

Eine sehr grosse Bedeutung hatten bis vor etwa 50 Jahren die Kohleneisensteine Grossbritanniens. Sie haben damals etwa $^4/_5$ der erzeugten Eisenmengen dieses Landes geliefert.

---

[1]) F. Roemer, Geologie von Oberschlesien, 1870, 531.

[2]) R. Michael, Die Geologie des oberschlesischen Steinkohlenbezirkes. In Festschrift zum XII. allg. deutschen Bergmannstage in Breslau 1913. Bd. I.



In einem Profile der Steinkohlenablagerungen von Wales führt Kendall[1]) nicht weniger als 75 Kohleneisensteinbänke und Sphaerosideritlager an. Im Jahre 1872 betrug das Ausbringen an Kohleneisenstein in Wales noch 1100000 Tonnen. Auch die Eisenerzproduktion der anderen Kohlendistrikte Grossbritanniens war früher eine ganz bedeutende.

Weitere Beispiele lassen sich leicht aus allen anderen Steinkohlenrevieren der Erde anführen.

Wenn ein genetischer Zusammenhang zwischen Bildung der Kohle und Entstehung dieser Eisenerze besteht, so muss man erwarten, ähnliche Eisenerze auch in Begleitung von Braunkohle und Torf anzutreffen. Dies ist, wie aus den folgenden Beispielen ersichtlich, auch der Fall.

So enthält das braunkohlenführende Miocän der Kölner Bucht und des Westerwaldes[2]) Einlagerungen von tonigem oder auch von reinem kristallinischem Spateisenstein. Derselbe wurde in früherer Zeit im südlichsten Teile des Vorgebirges, vor allem aber am Abbange des Siebengebirges abgebaut.

Dieser Spateisenstein resp. Toneisenstein tritt im Hangenden und Liegenden der Braunkohle auf. Er hat meist die Form rundlicher Nieren, die bedeutende Grösse erreichen können. Dieselben sind oft nach Art der Septarien zersprungen. Das Auftreten dieses Eisensteins ist im niederrheinischen Braunkohlenbecken ziemlich horizontbeständig und wird daher auch zur Identifizierung der einzelnen Schichten benutzt. Zwei von Fliegel[3]) angeführte Analysen ergaben folgende Werte:

	I.	II.
SiO_2	0,90	11,76
Al_2O_3	0,48	3,20
F_2O_3	73,12	40,58
FO	8,26	19,17
CaO	0,64	1,52
MgO	0,12	0,59
K_2O	0,23	0,79
Na_2O	—	1,30
H_2O	8,65	7,67
CO_2	7,76	13,04
SO_3	Spur	0,07
P_2O_5	Spur	0,28
Sa.	100,16	99,97

[1]) The iron ores of Great Britain and Ireland, 1893, S. 145—199.

[2]) von Dechen, Die nutzbaren Mineralien und Gesteinsarten im Deutschen Reiche. S. 590—592.

[3]) G. Fliegel, Die miocäne Braunkohlenformation am Niederrhein. Berlin 1910.

In diesen niederrheinischen Spateisensteinen finden sich zahlreiche z. T. sehr gut erhaltene organische Reste. Dieselben entstammen Pflanzen und Tieren. Als besonders interessant sei ein seltener organischer Rest aus diesen Eisensteinen erwähnt. Derselbe fand sich in einem Sphaerosiderit von Brenig (Bl. Sechtem) im südlichen Teile des Vorgebirges. Er bestand aus einem in Spateisenstein umgewandelten und mit allen Feinheiten der Nervatur erhaltenen Gehirn eines kleinen Raubtieres.

In Nordböhmen[1]) findet man im Falkenauer Braunkohlenbecken Putzen, Nieren und selbständige Flöze von Braun- und Toneisensteinen und Sphaerosideriten. Dieselben treten im Hangenden und Liegenden der Flöze und in diesen selbst auf.

Aus dem braunkohlenführenden Oligocän Oberschlesiens beschreibt schliesslich auch F. Roemer[2]) Toneisensteine.

Wie sind Kohleneisensteine nun entstanden? Der Weg zur Beantwortung dieser Frage wird uns zunächst gewiesen durch ein Studium der Pflanzenreste, welche in den Eisensteinen enthalten sind. Diese Pflanzenreste sind meist unzerdrückt und weisen dadurch auf eine Entstehungszeit hin, in welcher die Pflanzensubstanz und die aus ihr hervorgegangene Kohle sich noch im Torfstadium befand. Da wir nun auch in den heutigen Torfmooren Ferrocarbonate antreffen, so ist das Studium der Entstehung dieser Ferrocarbonate für die Entstehungsfrage der fossilen Kohleneisensteine von ausschlaggebender Bedeutung.

Das Ferrocarbonat in den heutigen Flachmooren kommt nach Beobachtungen Reinders, van Bemmelens und Gaertners[3]) teils als amorphes, weisses Pulver mit Vivianit und kohlensaurem Kalk in bis zu 14 m langen, 6 m breiten und ungefähr $^1/_2$ m dicken Nestern im Torf (z. B. bei Emmen) vor und wird von den Arbeitern als „weisser Torf“ bezeichnet.

Mit dem Ferrocarbonat zusammen findet sich etwas kristalliner Eisenspat. „Van Bemmelen nimmt an, dass sich in Gruben und Rinnen des Moores zuerst aus stagnierendem, eisenhaltigem Wasser Brauneisenerz abgesetzt habe, und dass erst später, während der Vertorfung des Pflanzenwuchses und unter dem Luftabschluss der darüber wuchernden pflanzlichen Neubildungen diese Raseneisenerze unter Zutun der Humussubstanzen reduziert und in Ferrocarbonat umgewandelt worden

---

[1]) Jokely, Die Tertiärablagerungen des Saazer Beckens und der Teplitzer Bucht. Jahrb. d. k. k. geol. R. A. IX. 1858. S. 523—525.

[2]) Geologie von Oberschlesien, 1870. S. 535.

[3]) Angeführt nach Bergeat.

seien." Ebenso müssen sich auch die Kohleneisensteine gebildet haben. „Schon Bischof[1]) hatte die Ansicht ausgesprochen, dass die Kohleneisensteine ursprünglich als Eisenoxyd und -Hydroxyd abgelagert, aber durch die begleitenden vegetabilischen Substanzen unter Kohlensäurebildung reduziert und in das Karbonat übergeführt worden seien." Eine weitere Analogie zwischen Torfeisenstein und carbonischem Kohleneisenstein bildet auch das Vorkommen von phosphorsaurem Kalke in den Wiesenerzen und in den carbonischen Kohleneisensteinen, welche im Ruhrkohlenbecken direkt in Phosphorite übergehen können.

Das Eisen aller dieser Eisensteine entstammt ursprünglich eisenhaltigen Gesteinen, welche durch die sich zersetzenden Humussubstanzen der sie überlagernden oder einbettenden Moore reduziert wurden. Es bildete sich hierbei aus Eisenoxyd lösliches Eisenoxydul, das in Lösung ging und aus diesen Lösungen durch Oxydation später wieder ausgefällt wurde. Kleine Mikroorganismen, wie Algen und Bakterien sind bei der Oxydation der in Lösung befindlichen Eisensalze mit tätig gewesen.

Nach Potonié können einzelne Kohleneisensteinlager auch als Eisensapropelite bezeichnet werden. In diesem Falle hätte sich alsdann das Eisen gleichzeitig mit dem Sapropel niedergeschlagen. Derartige Eisensapropelite treten wie die Cannelkohle vor allem unter den Kohlenflözen auf.

C. Die Petrographie der Kohlenlager.

I. Die Verteilung der verschiedenen Kohlenarten im Kohlenflöz.

Am Aufbau der Kohlenflöze beteiligt sich entweder nur eine einzige Kohlenart oder es wechseln im Flöz mehrere Kohlenarten miteinander ab.

So kennt man Anthrazitflöze, welche nur aus Anthrazit, Steinkohlenflöze, welche nur aus Glanzkohle, und Braunkohlenflöze, welche nur aus erdiger Braunkohle aufgebaut sind.

In anderen Kohlenflözen begegnet man einem Wechsel verschiedener Kohlenarten. So treten Mattkohlen fast nie allein, sondern meist in Verbindung mit Glanzkohlen auf, und lignitische Braunkohle wird stets begleitet von erdiger Braunkohle. Beteiligen sich derart mehrere Kohlenarten am Aufbau der Flöze, so hat jedoch eine Kohlenart meist die Vorherrschaft über die anderen und drückt hierdurch dann dem ganzen Flöze den Charakter ihrer Art auf.

[1]) Chemische und physikalische Geologie. 2. Aufl. II. Bd. 1884. S. 140—149.



In Steinkohlenflözen begegnet man besonders oft einem Wechsel matter und glänzender Kohlen. Dieser Wechsel kann so schnell erfolgen, dass eine als „Streifenkohle" bezeichnete Varietät entsteht, auf welche bei Besprechung der Kohle als Gestein bereits näher eingegangen ist.

Wechseln Matt- und Glanzkohle in grösseren Partien miteinander ab, so besitzt die Mattkohle (Cannelkohle) selten eine lang anhaltende horizontale Ausdehnung. Sie ist vielmehr meist linsenförmig im Kohlenflöz eingelagert. Die Ausdehnung dieser Linsen entspricht alsdann nach Potonié der Ausdehnung einer ehemaligen Wasserstelle im Torfmoore, in welcher sich der Faulschlamm, das Urmaterial der Sapropelgesteine, absetzen konnte. Oft (aber nicht immer) findet sich die Sapropelablagerung im Liegenden des Flözes. Diese Lagerung entspricht dann der Lagerung rezenten Faulschlammes (Sapropel), der sich auch meist unter dem Torfe befindet. Werden Torfmassen durch Senkungserscheinungen aber unter Wasser gesetzt, so kann sich von neuem Faulschlamm (Sapropel) und zwar diesmal über Torf absetzen. Dieser Vorgang kann sich mehrmals wiederholen. Man findet dementsprechend auch in Kohlenflözen öfter eine Wechsellagerung von Humuskohlen (Glanzkohlen) und Faulschlammkohlen (Mattkohlen).

Als Beispiel für einen solchen Wechsel sei das Flöz Consolidation 12 in Westfalen angeführt. Dasselbe zeigt auf Zeche Schlägel und Eisen V/VI folgendes Profil:

10	cm	Glanzkohle (Gasflammkohle)
95	„	Streifenkohle
8—15	„	Cannelkohle
10	„	Streifenkohle
1—30	„	Cannelkohle.

Man ersieht aus diesem Profile deutlich den Wechsel zwischen Wasserbedeckung, wo Cannelkohle entstand, und Moorbedeckung, wo sich Streifenkohle und Glanzkohle bildete.

In Kohlenflözen treten auch noch andere Gruppierungen zwischen Mattkohle und Glanzkohle auf. So sieht sich in manchen Cannelkohlen oft wurzelartig sich verzweigende Glanzkohle. Es sind diese Glanzkohlen dann tatsächlich auch die Rhizome von höheren Sumpfpflanzen, welche auf dem ursprünglichen Sapropelschlamm, der jetzigen Cannelkohle wuchsen. Ebenso findet man in den auch in anderer Beziehung interessanten australischen Mattkohlen, den dortigen „Kerosinschiefern", in Glanzkohle umgewandelte Rhizome von Glossopteris, welche den Namen „Vertebrarien" erhalten haben.

Meist nur untergeordnet findet sich in Steinkohlenflözen fossile Holzkohle, welche vor allem das Abfärben mancher Steinkohlen verursacht. In einzelnen Flözen kann Holzkohle aber auch in grösserer Menge auftreten und dann den Charakter des Flözes geradezu bestimmen. Letzteres ist der Fall bei den Russkohlenflözen des Zwickauer Reviers in Sachsen.

Die Beteiligung verschiedener Kohlenarten am Aufbau der Kohlenflöze kommt auch in der schwankenden Analyse vieler Kohlenflöze zum Ausdruck.

So schwankt Kohlenstoffgehalt und Gasausbeute der Kohlenflöze Westfalens in folgender Weise:

Flöz	C %	Gas %
Bismarck	82—84	36—39
Katharina	84—86	28—32
Sonnenschein	90—92	18—21
Mausegatt	91—92	10—20

Für die petrographische uud chemische Ungleichmässigkeit der ein Flöz aufbauenden Kohlenmasse seien noch weitere Beispiele angeführt:

In Belgien zeigt das Flöz Grande Séreuse bei Frameries (Fosse Nr. 2 de l'Agrappe) nach Stainier[1]) den folgenden Aufbau:

	Mächtigkeit der Kohlenlage m	Flüchtige Bestandteile	Kohlenstoff	Asche
Ziemlich harte Kohle. .	0,80	20,24	77,48	2,28
Sehr harte Kohle . . .	0,45	24,12	73,26	2,62
Weiche Kohle	0,20	20,76	65,97	13,27

Das Flöz Grand-Samain bei Frameries zeigte (Fosse Nr. 3 de l'Agrappe):

	Flüchtige Bestandteile	Kohlenstoff	Asche
Hangender Teil	24,98	73,04	1,98
Liegender Teil	18,40	79,60	1,80

[1]) X. Stainier, La composition des charbons et leur gisement. Ann. des Mines de Belgique. t. V. S. 429, 1900.

Eine Analyse des Flözes Longterne im Becken von Mons (Fosse Nr. 2 de Longterne-Trichères) ergab:

	Mächtigkeit der Lage m	Flüchtige Bestandteile	Kohlenstoff	Asche
Hangende Kohlenlage . .	0,45	25,10	72,40	2,50
Mittlere " . .	0,20	21,90	76,90	1,20
Liegende " . .	0,10	21,60	77,60	1,20
Zwischengeschaltete holzkohlenreiche Lage . .	—	6,60	91,20	2,20

Ähnliches zeigen nach Ch. Barrois[1]) die Analysen des Flözes Maroc, Fosse Déjardin (Aniche), Nord-Frankreich. Die Probeentnahme zu den folgenden Analysen erfolgte in einem Abstande von je 10 cm vom Hangenden zum Liegenden.

Abstand vom Hangenden m	Probe	Flüchtige Bestandteile	Kohlenstoff	Asche
0,00	a	14,40	83,30	2,30
	b	11,40	86,00	2,60
0,10		16,00	72,40	11,60
0,20	a	11,20	87,80	1,00
	b	10,80	88,20	1,00
0,30	a	12,60	84,30	3,10
	b	11,60	86,80	1,60
0,40	a	14,60	77,40	8,00
	b	11,80	85,70	2,50
0,50	a	11,60	86,20	2,20
	b	12,10	83,20	4,70
0,60	a	12,20	85,10	2,70
	b	12,40	81,60	6,00
0,70	a	10,00	89,30	0,70
	b	9,80	88,90	1,30
	c	10,50	87,70	1,80
	d	10,80	88,00	1,20
0,80	a	12,00	85,40	2,60
	b	12,80	84,10	3,10
	c	11,70	86,00	2,30
0,90	a	12,80	85,40	1,80
	b	12,40	85,80	1,80
1,00		12,20	86,00	1,80

[1]) Ch. Barrois, Observations sur les variations de composition du charbon dans certaines veines d'Aniche. Annales de la Soc. géol. du Nord. t. XL. Lille 1911. S. 177 ff.

Weitere Mitteilungen über das Auftreten und Verhalten verschiedener Kohlensorten in ein und demselben Flöze hat der Amerikaner Frank F. Grout[1]) veröffentlicht. Seine Beobachtungen machte Grout an einem Kohlenflöze der Gorham Mine, Marshall, Colo. Die dortige Kohle gehört der unteren „Laramie"-Formation (= untere Kreide) an und wird als schwarzer Lignit oder subbituminöse Kohle bezeichnet.

Die Hauptmasse der dortigen Kohle ist Streifenkohle, d. h. eine unregelmässig lagenförmige Folge glänzender und mattter Kohle. Ausserdem treten noch fossile Holzkohle, Cannelkohle und harzartige Massen in dem Flöz auf. Die chemische Verschiedenheit aller dieser Kohlensorten ist aus den folgenden Analysen recht deutlich zu ersehen:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Feuchtigkeit	13,78	9,02	7,55	12,03	0,00	1,77	5,64
Flüchtige Substanz	41,37	37,20	32,45	43,54	98,28	11,03	23,16
Gebundener Kohlenstoff	41,91	38,81	57,18	41,96	1,15	9,40	10,28
Asche	2,95	14,97	2,82	2,47	0,57	77,80	60,94
Schwefel	0,42	0,31	0,17	0,16	0,00	0,04	0,09
Kohlenstoff	61,01	47,41	71,45	63,04	79,29	14,67	21,57
Wasserstoff	4,91	4,27	4,28	5,21	10,28	1,01	2,16
Sauerstoff	29,79	32,16	20,49	28,24	9,86	6,48	14,78
Stickstoff	0,92	0,88	0,79	0,88	0,00	Spur	0,46

1. = Glanzkohle (gleichzeitig Gaskohle).
2. = Harte Mattkohle, nicht ganz frei von Glanzkohle.
3. = Fossile Holzkohle.
4. = „Cannel"-ähnliche Kohle.
5. = Harz.
6. = Versteinte Kohle.
7. = Dachschiefer.

Dieses Schwanken in der chemischen Zusammensetzung der Kohle eines Kohlenflözes ist wohl nur auf primäre Unterschiede zurückzuführen. Die Ursache dieser Unterschiede liegt in einer Verschiedenheit der Pflanzensubstanz, welche das Flöz aufbaut, in grösseren wie geringeren Beimengungen anorganischen Materiales, in schnellerer oder langsamerer Zersetzung kurz nach der Kohlenablagerung und anderem.

Braunkohlenflöze können ebenso wie Steinkohlenflöze aus verschiedenen Kohlensorten aufgebaut sein. Besonders wechselt holzige

[1]) Frank F. Grout, The Relation of Texture to the Composition of Coal. Economic Geology Vol. VI. S. 449 ff. 1911.



und dichte Braunkohle oft miteinander ab. Holzkohle findet sich vereinzelt ebenso in Braunkohlenflözen wie in der Steinkohle.

In der Zeitzer Braunkohle findet sich in Form grosser Nester (meist im Hangenden des Flözes) Pyropissit. An anderen Stellen ist die Braunkohle gestreift durch wechselnde Lagerung bitumenreicherer und bitumenärmerer Schichten.

Ebenso zeigt die Braunkohle Nordwestsachsens im Flöze öfter eine schöne Streifung. Helle, bald schwächere, bald breitere Bänder durchziehen wie eine Schichtung hier das Flöz. Ist das Flöz trocken, so tritt diese Bänderung viel deutlicher und schärfer hervor. Die dunkel gefärbten Partien bestehen aus „knorpeliger", die helleren Streifen aus erdiger Braunkohle. Auffallend bei dieser Streifung ist, dass die dunklen Teile der Kohle ganz allmählich nach oben zu in die hellen Partien übergehen, dass aber die hellen Partien nach oben zu scharf gegen die dann wieder folgenden dunklen Teile der Kohle abschneiden. Etzold[1]) führt diese Streifung auf verschiedene Zustände während der Ablagerung der Kohle zurück. Die helleren Streifen sollen hierbei trockenen Perioden entsprechen, in welchen die Oberfläche des Moores vorübergehend entwässert war, so dass sich die oberflächlich angehäuften Pflanzenreste zersetzen konnten, während die dunkleren Partien in Zeiten entstanden, in welchen die Moorvegetation üppig wuchs. Der allmähliche Übergang der hellen Streifen in dunkle Kohle nach unten und die scharfe Grenze zwischen beiden Kohlensorten nach oben spricht jedenfalls für eine äussere Ursache der Streifenbildung während der Kohlenablagerung.

Über die Verteilung des Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen in verschiedenen Flözen der Kohlenfelder von Courrières in Nordfrankreich hat P. Gény[2]) sehr interessante und nachahmenswerte Untersuchungen angestellt. Durch 183 Analysen stellte er fest, dass grössere Schwankungen in jedem der Flöze vorkommen, wobei aber im allgemeinen stets eine Abnahme des Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen in der Richtung von Süd nach Nord erfolgt. Über die auffallende Grösse dieser Schwankungen gibt die folgende Tabelle einige Auskunft:

[1]) F. Etzold, Die Braunkohlenformation Nordwestsachsens. Erl. z. geol. Sp. K. d. Kgr. Sachsens. Leipzig 1912. S. 50.

[2]) P. Gény, Etude sur la distribution des teneurs en matières volatiles dans les veines de la concession de Courrières. Annales de la Soc. géol. du Nord t. XL. Lille 1911. S. 147.



Name des Flözes	Flüchtige Bestandteile %	Differenz auf km S.-N.
Mathilde	34,3—27,2	7,1 auf 3 km
Cécile	36,0—26,3	9,7 „ 4 „
Ste Barbe	34,4—25,4	9,0 „ 4 „
Joséphine	35,5—25,4	10,1 „ 4 „
Marie	33,1—26,1	7,0 „ 3,5 „
Amé	31 —28	3,0 „ 2 „
Eugénie	32 —28	4,0 „ 2 „

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass die Schwankungen im Gehalte an flüchtigen Substanzen innerhalb derselben Flöze auf kurze Entfernungen hin recht bedeutende sein können.

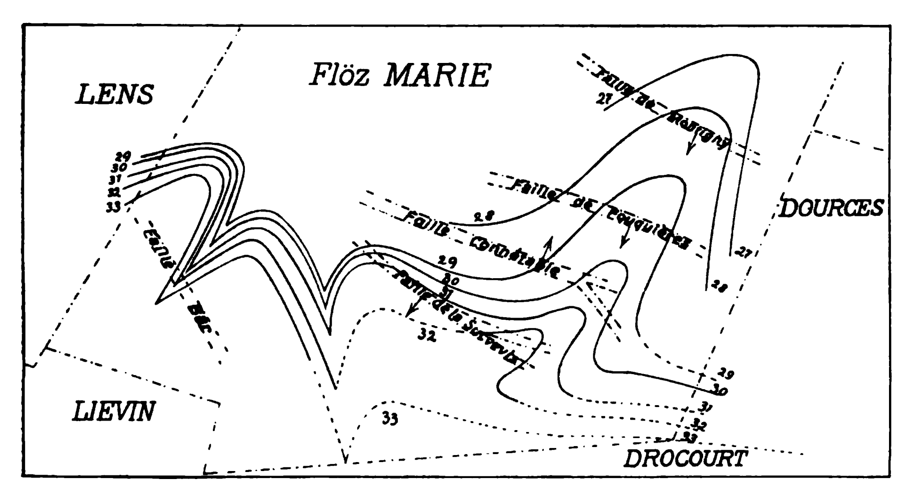


Fig. 26.

Die Kurven geben den Gehalt an flüchtigen Bestandteilen im Flöz Marie der Concession Courrières in Nordfrankreich an (nach P. Gény).

Verbindet man innerhalb eines Flözes alle Stellen gleichen Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen durch eine Linie, so entstehen Kurven (Fig. 26).

Diese Kurven besitzen nach Gény innerhalb desselben Flözes eine gewisse Konkordanz, wenigstens werden die hauptsächlichsten Ausbuchtungen von allen Kurven wiederholt. Der Einfluss von Verwerfungen erwies sich für die Richtung der Kurven als sehr gering. Bei einem Vergleich derselben Kurven innerhalb der verschiedenen Flöze ergab sich eine gewisse Regelmässigkeit, indem Ausbuchtungen einer Kurve in einem Flöze von Ausbuchtungen derselben Kurve in

einem anderen Flöze begleitet wurden (Fig. 27). Eine befriedigende Erklärung für dieses Verhalten der Flöze von Courrières kann bis jetzt nicht gegeben werden. P. Gény denkt an Druck durch ungleichmässig sich überlagernde Sedimente. Es würden alsdann die Kurven der Flöze den Kurven der Sedimentbildung, d. h. der Bodenniveaus früherer Wasserbecken entsprechen.

Auch in Braunkohlenflözen sind örtliche Anreicherungen flüchtiger Substanzen bekannt. Als besonders interessant darf die Verbreitung des Bitumengehaltes in der Zeitzer Braunkohle gelten. Hierüber

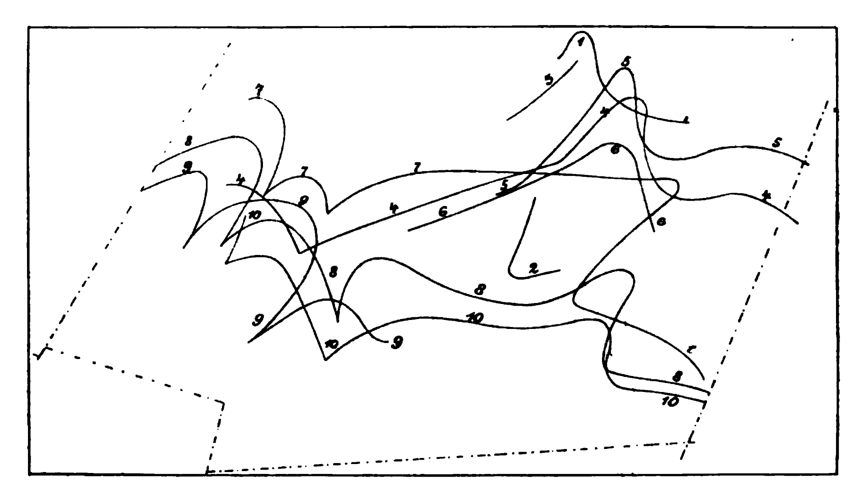


Fig. 27.

Die Kurven geben die Linien mit 30 Prozent flüchtiger Bestandteile in einigen übereinander lagernden Flözen von Courrières in Nordfrankreich an (nach P. Gény).

berichtet uns Raefler[1]). Der Bitumgehalt nimmt im Westen und Südwesten des Zeitzer Kohlenbeckens in der Weise zu, dass die Kohle nach den Rändern zu immer bitumenreicher wird und schliesslich in reinste Schwelkohle und Pyropissit übergeht. Umgekehrt nimmt nach Norden und nach dem Innern des Hauptlagers der Bitumengehalt allmählich ab (Fig. 28). So beträgt der Bitumengehalt bei Mutschau und Dobergast nur 3,5—5 Prozent, bei Gaumnitz, am Rande des Kohlenbeckens aber 10—20 Prozent und am äussersten Rande bei Hollsteitz 30 bis 40 Prozent, ja stellenweise sogar 65 Prozent. Ein ähnliches Verhalten zeigt die Teerausbeute des genannten Gebietes. So betrug die Teeraus-

[1]) F. Raefler, Das Bitumen in der Zeitzer Braunkohle. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1912. S. 483ff.



beute[1]) der Kohle von Mutschau 3 kg pro Hektoliter und darunter, am Südrand des Kohlenbeckens, westlich Zeitz aber 4—5 kg/hl und am Ausgehenden der Kohle sogar 6—7 kg/hl und darüber.

Eine Erklärung für diese Verschiedenheit der Kohle sucht Raefler durch Annahme verschiedener Vegetationsgürtel zu geben. Die Pflanzen, welche die Kohlen lieferten, waren nach seiner Ansicht am Rande

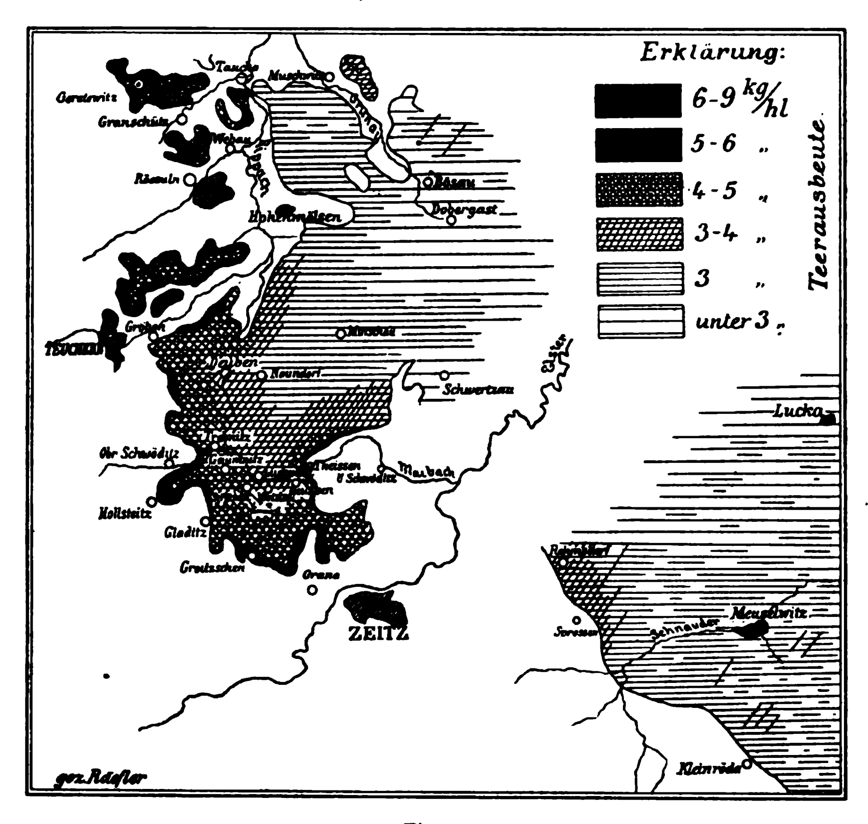


Fig. 28.
Skizze über die Verbreitung des Bitumens im Altenburg-Weissenfelser Braunkohlenrevier (nach Raefler). Masstab 1 : 225 000.

des Beckens verschieden von denen in der Mitte des Beckens. Andere Forscher denken an eine randliche starke Zersetzung (Verwesung) des Pflanzenmateriales, wodurch hier der schwerer zersetzbare Pyropissit angereichert wurde.

[1]) Die in der Kartenskizze angegebene Ausbeute von Kilogramm Teer auf den Hektoliter Braunkohle verzeichnet die Zahlen, wie sie im Schwelereibetrieb erzielt werden. Eine Kohle mit 3 kg/hl Teer gilt nicht mehr für schwelwürdig.



2. Besondere Strukturen der Kohlenflöze.

Die Struktur der Kohlenflöze wird in erster Linie bedingt durch die Struktur der die Kohlenflöze aufbauenden Kohle. Ein erdiges Braunkohlenflöz hat erdige Struktur usw. Es sei deshalb auf die früheren Ausführungen verwiesen.

Im folgenden seien nur einige besondere Verbandsverhältnisse und Strukturen der Kohlenflöze erwähnt.

Als Ablösungsflächen der Kohle kommen Schichtflächen und „Schlechten" in Betracht. Die ersteren laufen parallel der „Schichtungsebene", die letzteren meist senkrecht oder schiefwinklig hierzu. Infolgedessen bricht die Kohle meist in parallelepipedischen oder rhombischen Stücken. Die Abbaustösse werden meist dem Streichen der Schlechten möglichst parallel gelegt.

Durch tektonische Vorgänge kann ein Kohlenflöz strukturell beeinflusst werden. So zeigt der Anthrazit von Wallis[1]) in der Schweiz eine Breccienstruktur. Zahlreiche feine, eckige Anthrazitsplitter sind in den dortigen Flözen durch Anthrazitstaub verkittet. Die Grösse der Splitter bleibt in der Regel unter einem halben Zentimeter, meistens sogar unter einem Millimeter Durchmesser. Oft sind die einzelnen Splitter noch kleiner, so dass die ganze Kohle sammetartig aussieht. Diese Anthrazitbreccie ist eine Dislokationsbreccie, entstanden durch alpinen Gebirgsdruck.

Einen ähnlichen Einfluss tektonischer Störungen auf die Struktur der Kohle kann man nach Burat[2]) in den Gruben von Languin in der Nähe von Nort in Frankreich beobachten. Das dortige Flöz ist linsenförmig durch Druck deformiert. Die einzelnen Linsen erreichen selten mehr als 25—30 m Länge. Gleichzeitig ist die Struktur der Kohle eine völlig pulverige geworden. Das glanzlose Kohlenpulver musste hier in Säcken vom Abbauorte fortgebracht werden, war aber für viele Zwecke, auch zur Verkokung noch gut zu gebrauchen. Die Grubenarbeiter bezeichneten diese pulverige Kohle als „charbon sourd" (stumm), weil sie beim Abbau keinen Ton gab, im Gegensatz zu der festen Kohle, welche „charbon clair" genannt wurde.

In ähnlicher Weise sind in Pembrokeshire in England nach W. Gibson[3]) die dortigen Anthrazitflöze durch starken Druck zu feinem

---

[1]) A. Heim, Stauungsmetamorphose an Walliser Anthrazit und einige Folgerungen daraus. Vierteljahrsschrift der naturforsch. Ges in Zürich. 1896. S. 354ff.

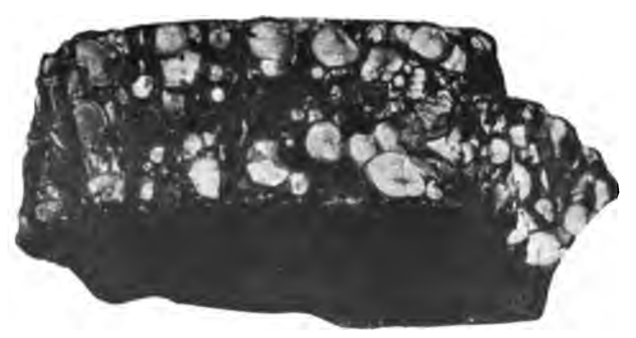
[2]) M. A. Burat, De la houille. Paris 1851. S. 242.

[3]) W. Gibson, The geology of coal and coal-mining. London 1908. S. 16.





Augenkohle vom Flöz 3 der Grünberg-Zeche in Westfalen.
Etwa 4/5 der natürl. Grösse.
Original in der Lagerstätten-Sammlung zu Freiberg (Sachsen).



Augenkohle der Zeche Hannover I/II bei Bochum in Westfalen.
Natürl. Grösse.
Original in der Lagerstätten-Sammlung zu Freiberg (Sachsen).

Pulver zerrieben worden. Dieses Kohlenpulver nennt man in Pembrokeshire „culm". Das Pulver wird künstlich wieder zusammengeknetet und als Feuerungsmaterial verwendet.

Als Augenkohle bezeichnet man eine Glanzkohle, welche scharfbegrenzte kreisrunde oder elliptische Scheiben führt (Tafel XIX). Nach Untersuchungen von E. Weiss[1]) bemerkt man auf den spiegelglatten Absonderungsflächen dieser Kohlen, den Augen, „einen zentralen Punkt, um welchen sich mehrere oft zirkelrunde Zonen ziehen, abwechselnd wellig gebogen wie der Rand eines Tellers. Zu bemerken ist auch eine vom Zentrum ausgehende radiale Streifung, gröber an den Rändern und in der Mitte fast verschwindend. Die Augen gehen meist unter sich parallel". Da Weiss auf den von ihm untersuchten Augen häufig Schwefelkies fand, so zieht er hieraus den Schluss, dass durch das konzentrisch scheibenförmige Fortwachsen von Kies die Augenform der Kohle entstanden sei. Diese Schlussfolgerung ist aber zu verwerfen, da man auch in jüngerer Kohle (Trias, Tertiär) derartige Augenstruktur kennt und hier keine Kiesbekleidung der Augen vorliegt. Zudem sind auch im Letten der Zechsteinformation, z. B. bei Eisleben, solche Augenstrukturen bekannt geworden. Es ist daher diese Erscheinung als Druckerscheinung wohl am besten gedeutet. Eine ganz befriedigende Erklärung für die Entstehung der Augenkohlen dürfte aber trotzdem noch ausstehen. —

Als besondere, aber verhältnismässig recht seltene Kohlenstruktur ist die Kugelstruktur gewisser Flöze zu erwähnen. In Spanien findet man in Asturien bei Turon[2]) ein Kohlenflöz, welches aus Kohlengeröllen besteht, also Konglomeratcharakter zeigt. Über die Entstehung dieses Flözes sind verschiedene Meinungen geäussert. So vertritt Firket die Ansicht, dass die Kohlengerölle bereits als Kohle zusammengeschwemmt wurden, d. h. dass die einzelnen Stücke dieses Kohlenkonglomerats schon fertig gebildeten Kohlenflözen entstammten und sich heute als solche auf sekundärer Lagerstätte finden. Demgegenüber meint Lohest, dass die einzelnen Kohlengerölle ursprünglichen Pflanzengeröllen entsprechen. In entsprechender Weise findet man heute auch Holzgerölle in jugendlichen Ablagerungen, z. B. in den Flusssedimenten der Umgegend von Usine des Bayards bei Lüttich. Da das konglomeratische Kohlenflöz Spaniens in der Carbonformation auftritt, so müsste man bei Annahme der Firketschen An-

[1]) Verhandl. des naturhist. Ver. d. preuss. Rheinlande. 1869. Angeführt von Muck.

[2]) Siehe Annales de la Soc. géol. de Belgique. t. XXI. Liège 1893—1894.



sicht mit einer sehr schnellen Inkohlung der Pflanzensubstanz rechnen, eine Annahme, die nach Lohest unwahrscheinlich ist. Bei der Annahme, die Lohest macht, muss man aber (nach Firket) eine Volumenverminderung der einzelnen Gerölle bei der Umwandlung pflanzlicher Substanz in Kohle annehmen, die man bei den einzelnen Geröllen indessen nicht nachweisen kann. Die Frage nach der Entstehung dieser konglomeratischen Kohlenflöze ist daher noch nicht als gelöst zu betrachten.

Bekannter sind kugelige Absonderungen in den liasischen Steinkohlenflözen von Fünfkirchen in Ungarn. Dieselben werden dort als Mugelkohlen bezeichnet.

Diese Mugelkohlen besitzen eine ellipsoidische bis kugelige Gestalt und bestehen aus einer sehr festen, glänzenden Kohle mit konzentrischschaliger Struktur. Sie kommen mehr oder weniger sporadisch in Glanzkohlenflözen vor. Aus denselben lassen sie sich leicht herauslösen. Sie werden als Heizmaterial sehr geschätzt. Potonié versuchte diese jurassischen Mugelkohlen als fossile Torfgerölle zu deuten. Kloos[1]) deutet sie wohl richtiger als konkretionäre Bildungen.

Die Kohlen der Barakar Schichten Indiens besitzen nach Schreiber[2]) ebenfalls bisweilen eine Kugelstruktur. Kugeln von 30 cm und mehr Durchmesser können aus den dortigen Flözen beim Abbau herausbrechen.

Sphaeroidale Absonderung von Kohlen mit konzentrischen Lagen beschreibt Grand 'Eury. Dieselben kommen im Anthrazit von Charbonnier bei Brassac vor. Da einzelne Kohlenschnüren ohne jede Verschiebung in diese Kugeln eintreten, so ist die Deutung ihrer Entstehung als Absonderung wohl berechtigt. —

Von weiteren Absonderungserscheinungen sei noch die prismatische Absonderung von Kohlen am Kontakte mit Eruptivgesteinen erwähnt Die einzelnen Koksprismen stehen hier stets senkrecht zur Hitzequelle.

3. Das Auftreten von Gasen in Kohlenflözen.

In vielen Kohlenflözen trifft man Gase an. Dieselben erfordern besondere Vorsichtsmassregeln beim Abbau der Kohle. Alle diese Gase

---

[1]) J. H. Kloos, Die Kohlenfelder bei Fünfkirchen in Süd-Ungarn und im Banater Gebirgsmassiv (Süd-Karpathen). Zeitschr. f. prakt. Geol. 1897. S. 148 ff.

[2]) F. Schreiber, Die Kohlenfelder der Gondwana-Formation in Britisch-Indien. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1911. S. 176.



stammen in der Hauptsache aus dem Kohlenflöze. Auf dieselben sei ihrer Bedeutung gemäss näher eingegangen[1]).

a) Grubengas (Methan, CH_4).

Durch Zersetzung organischer Materie entwickelt sich in vielen Steinkohlenlagern ein Gas, welches den Namen Sumpf- oder Grubengas führt. Chemisch besteht dieses Gas aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Mit Luft gemischt bildet es die bekannten schlagenden Wetter, welche in den Kohlengruben so manche Vorsichtsmassregel nötig machen.

Zur Charakteristik des Grubengases sei folgendes mitgeteilt.

Grubengas (Methan, CH_4) ist farblos[2]). Sein spezifisches Gewicht ist geringer als das der Luft. Infolgedessen strebt es in die oberen Teile der Grubenbaue und sammelt sich hier an geschützten Stellen an. Im Laufe der Zeit, wenn kein Wetterstrom durch die Baue geht, mischt sich jedoch das Grubengas mit der in der Grube vorhandenen Luft durch Diffusion. Man findet Grubengas dann in den Grubenbauen oben und unten in demselben Mischungsverhältnis.

Grubengas ist brennbar. Mit blassbläulicher Flamme verbrennt es zu Kohlensäure und Wasser. Dieser Verbrennungsvorgang lässt sich durch folgende Formel ausdrücken:

$$2\ CH_4 + 4\ O_2 = 2\ CO_2 + 4\ H_2O.$$

Entsprechend dieser Formel enthält nach einer Schlagwetterverbrennung die Atmosphäre einer Grube vor allem Kohlensäure, Wasserdampf und Stickstoff. Es liefern bei dieser Verbrennung zwei Teile Sauerstoff und ein Teil Grubengas = zwei Teile Wasserdampf und ein Teil Kohlensäure. Der Wasserdampf kondensiert sich sehr bald. Nach Abkühlung und Kondensation des Wasserdampfes verschwindet demnach $^2/_3$ des Gasvolumens. Man hört daher bei einer Schlagwetter-Explosion immer zwei kurz aufeinander folgende Schläge. Der erste rührt von der infolge Erwärmung eintretenden Ausdehnung der Gase her, der andere von der infolge Kondensation des Wasserdampfes erfolgenden Volumenverminderung.

Die Entzündungstemperatur für alle Grubengasgemische liegt bei etwa 650°. Die Heftigkeit der Explosion hängt von dem Mischungs-

---

[1]) Die folgenden Ausführungen sind zusammengestellt nach Ch. Demanet, Der Betrieb der Steinkohlenbergwerke, Braunschweig 1905. und nach den im Folgenden näher angeführten Quellen.

[2]) Manche Bergleute behaupten, sie könnten das Gruhengas in Form von Spinngeweben sehen. Es beruht diese Erscheinung wahrscheinlich auf einer Verschiedenheit der Lichtbrechung zwischen Luft und Grubengas.



verhältnis zwischen Grubengas und atmosphärischer Luft ab. Bei einer Mischung von 1 Vol. Grubengas mit 9,4 Vol. Luft findet die heftigste Explosion statt, da alsdann aller Kohlenstoff und Wasserstoff des Grubengases verbrannt wird. Besteht die Hälfte des Gemenges aus Grubengas, so erlischt aus Mangel an Sauerstoff jede in dieses Gemenge hineingebrachte Flamme. In der folgenden Tabelle sind Mischungsverhältnis und Wirkung bei einer solchen Explosion übersichtlich zusammengestellt (nach Demanet).

Verhältnis des Grubengases zum Gesamtvolumen.	Wirkung
Unter $^1/_{30}$	Keine Wirkung.
$^1/_{30}$ bis $^1/_{15}$	Blaue Hülle von wachsender Ausdehnung um die Flamme der Sicherheitslampe.
$^1/_{14}$	Das Gemenge wird entzündlich.
Über $^1/_{14}$	Zuerst Entzündung ohne Explosion, dann solche mit immer heftiger werdenden Explosionen.
$^1/_{12}$ bis $^1/_8$	Heftigste Explosion.
$^1/_8$ bis $^1/_3$	Schwächer werdende Explosion.
$^1/_3$ bis $^1/_2$	Einfache Entzündung.
$^1/_2$	Erlöschen brennender Körper in dem Gemenge.

Der Druck, den Schlagwetterexplosionen verursachen, schwankt zwischen 4 und 6 Atmosphären.

Die Geschwindigkeit, mit der sich eine Schlagwetterentzündung fortpflanzt, ist sehr verschieden. Bei strömenden Grubengasen beträgt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit unter Umständen mehrere Meter pro Sekunde.

Grubengas tritt im allgemeinen am stärksten in Flözen mit bituminöser Kohle auf. Als eine immer gültige Regel kann man dies jedoch nicht aufstellen. So enthalten die oberschlesischen Fett- und Flammkohlenflöze nicht die geringste Spur von Schlagwetter, während im Ruhrbezirke Magerkohlenflöze, besonders in grösseren Tiefen, z. T. nicht unbedeutende Schlagwettermengen führen. Ebenso stehen im belgischen „Bassin du Centre" Fettkohlenflöze im Bau, welche keine Schlagwetter führen, während bei Charleroi schlagwetterreiche Magerkohlenflöze abgebaut werden.

Das Ausströmen des Grubengases aus der Kohle kann in dreierlei Form erfolgen. Entweder dringt es gleichmässig aus Poren und Rissen aus der Kohle hervor; oder es verlässt die Kohle in Form von länger

anhaltenden „Bläsern" auf irgendwelchen Spalten oder Kanälen; oder es bricht plötzlich in Massen in den Arbeitsstoss hinein. Die beiden letzteren Vorkommen sind die selteneren, aber auch gefährlicheren.

Unter gewöhnlichen Umständen ist das Gas innig in der Kohle eingeschlossen. Beim Fortschreiten des Abbaues wird es alsdann frei. Das Austreten des Gases erzeugt hierbei ein kochendes oder „krebsendes"[1]) Geräusch, welches man auf den Druck, mit welchem das Gas in der Kohle eingeschlossen ist, zurückführen muss. Die Grösse dieses Druckes kann man messen.

Wie Poren und kleine Spalten, so kann das Gas auch grössere Hohlräume in der Kohle oder im Nebengestein (besonders Sandstein) anfüllen. Schlägt man einen solchen Hohlraum oder die Verbindung mit einem solchen Hohlraum an, so strömt das Gas aus dieser Öffnung aus und es entsteht ein „Bläser". Die Dauer des „Bläsers" richtet sich ganz nach der Menge des aufgespeicherten Gases. Er kann tagelang, aber auch jahrelang andauern.

Ist ein Flöz, welches eine derartige Grubengasansammlung enthält, sehr kompakt, so kann es dem Druck des Grubengases eine Zeitlang Widerstand leisten. Bei fortschreitendem Abbau wird aber der Augenblick eintreten, in dem der Druck des eingeschlossenen Gases den Widerstand der Kohlenschicht überwindet. Es wird alsdann die ganze Kohlenwand zu feinstem Staube zermalmt in den Streckenstoss hineingeblasen. Derartige Gasausbrüche sind oft so heftig, dass ganze Strecken zugeschüttet werden und die Gase den ganzen Wetterstrom zurückdrängen und zum Schachte austreten.

Der Druck des in der Kohle eingeschlossenen Gases ist öfter gemessen worden. Diese Messungen sind teils an Manometern abgelesen, teils durch einen Vergleich der erhaltenen Gasmenge mit den vorhandenen Hohlräumen ausgeführt. Die Resultate sind natürlich sehr verschieden. Öfter hat man 15 Atmosphären, einmal sogar 33 Atmosphären erhalten.

Ghysen[2]) weist darauf hin, dass die Kohle ein Vielfaches ihres Volumens an Grubengas zu absorbieren vermag. So lassen nach durchgeführten Versuchen nussgrosse, frisch gewonnene Kohlenstückchen bis zum Vierfachen ihres Volumens an Grubengas dadurch frei, dass sie zu Grus zerstossen werden. Da bei Gasausbrüchen grosse Mengen fein

[1]) „Krebsen", so benannt nach dem Geräusch, welches eine Schar Krebse in einem Korbe verursacht.

[2]) Ghysen, Quelques considérations sur les dégagements instantanés de grison. Revue universelle des mines 1902 (LIX). Angeführt von Schausten.



zerriebener Kohle plötzlich in die Grubenbaue gelangen, so entstehen schon allein dadurch plötzlich grosse Gasmengen. Es muss daher nur noch eine Kraft vorhanden sein, welche die Kohle herausschleudert. Diese Kraft erblickt Ghysen darin, dass sich auf den Schichtflächen und Haarspalten der Flöze Grubengas unter ähnlichem Drucke ansammelt wie in den Poren der Kohle. Sprungflächen, Schlechten und Schichtlinien spielen hierbei dieselbe Rolle.

Nach Demanet hat der belgische Bergingenieur Arnould die Erscheinung der plötzlichen Gasausbrüche eingehend studiert. Er kommt zu dem Schlusse, „dass das Grubengas an solchen Stellen, wo irgend welche Umstände es vom Augenblicke seiner Bildung an verhinderten, durch die einschliessenden Gebirgsschichten zu entweichen, sich in den Poren der Kohlen bis zum flüssigen oder selbst bis zum festen Aggregatzustande verdichten konnte“. Für diese Ansicht soll das eigentümliche Auftreten von Feuchtigkeit beim frischen Anhieb schlagwetterreicher Flöze sprechen, die stets ganz plötzlich verschwindet und vielleicht auf flüssiges Grubengas zurückzuführen ist. Demgegenüber[1]) sei aber daran erinnert, dass die kritische Temperatur des Grubengases — 39 ° C. beträgt, wodurch ein flüssiger Zustand des Grubengases im Kohlenflöz ausgeschlossen ist. Das in der Kohle enthaltene Gas muss daher im gasförmigen Zustande komprimiert sein.

Anderseits hat man derartige heftige Gasausbrüche oft in Flözen beobachtet, welche reich an Faserkohle („mineralische Holzkohle“) sind. Diese kohlenstoffreiche und gasarme Faserkohle ist äusserst porös. Man nimmt daher an, dass sich die Gase in dieser Kohle in besonders hohem Masse kondensieren konnten.

Das in der Kohle eingeschlossene Grubengas beeinflusst auch die Kohäsion der Kohle. Es liefern daher die grubengasreichen Fettkohlenflöze vorwiegend Kleinkohle. Durch Bohrlöcher kann man solche Flöze etwas entgasen, worauf dann auch die Kohle in grösseren Stücken zu gewinnen ist.

Beim Hervorbrechen der Grubengase spielen nach Ansicht von Becker[2]) Druckverhältnisse eine entscheidende Rolle. Es findet nämlich beim Auffahren der Strecken und Arbeitsstösse durch den Seitendruck des Gebirges eine Emporwölbung des Liegenden und ein Herabdrücken des Hangenden statt. Hierdurch wird der Druck auf

[1]) Schausten, Gasausbrüche beim ausländischen Steinkohlenbergbau. Zeitschr. f. B. H. u. S. W. im preuss. St. Bd. 58. Berlin 1910.

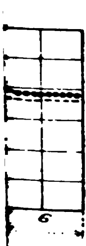
[2]) Becker, Zur Theorie der plötzlichen Gasausbrüche. Österr. Zeitschr. f. B. u. H. W. 1907. S. 267. Angeführt von Schausten.



XX







die seitlich anstossenden Teile des Kohlenflözes erhöht, wobei die vordere Kohlenschicht zerklüftet. Die dann folgende Schicht wird aber gleichzeitig verfestigt und die in dieser Kohle enthaltenen Gase drängen durch den Druck nach rückwärts in den festen Kohlenpfeiler hinein. Wird eine Strecke sehr schnell vorgetrieben, so kann schliesslich durch eine immer weitere Anhäufung der Gase eine gefährliche Spannung entstehen. Schliesslich wird der Druck der Gase so gross, dass ganze Flözteile feinzermahlen hereingeschleudert und die Strecke mit Schlagwetter angefüllt wird.

Die bei Gasausbrüchen hinausgeschleuderte Kohlenmenge nimmt nach Mitteilungen von Schausten[1]) in einer Reihe von Fällen einen grösseren Raum ein, als der entstandene Hohlraum zulässt. Diese Erscheinung ist nach Schausten auf eine während des Ausbruches stattfindende Verschiebung der festen Kohlenstösse zurückzuführen. Hin und wieder ist ähnliches im Gefolge eines Gasausbruches mit Sicherheit beobachtet worden.

Allgemein hat man gefunden, dass der jeweilige Barometerstand das Auftreten des Grubengases beeinflusst. Nimmt der Luftdruck ab, so entweicht in grösserer Menge Grubengas. Das Umgekehrte tritt bei steigendem Luftdruck ein. Auch die Temperatur hat Einfluss; denn die Grubengase treten stärker in der warmen als in der kalten Jahreszeit auf.

Über die Beziehungen zwischen den Schwankungen des Luftdruckes und dem wechselnden Grubengasgehalt der Wetter hat vor allem Morin[2]) Mitteilungen veröffentlicht. Als Ergebnis dieser Untersuchungen sei eines der von diesem Forscher veröffentlichten Diagramme wiedergegeben (Tafel XX) und hierzu noch folgendes mitgeteilt:

Die Beobachtungen der Barometerstände erfolgten nur über Tage. Die Zusammensetzung der Wetter wurde durch zwei, bisweilen vier Analysen ermittelt und ausserdem nachgeprüft. Wie dieses und andere Diagramme zeigen, sind die Kurven des Luftdruckes und des Methangehaltes fast gleichlaufend und erlauben folgende Schlüsse:

1. Sehr geringe Schwankungen im Luftdrucke haben Schwankungen im Ausströmen des Grubengases zur Folge.

---

[1]) Schausten, Gasausbrüche beim ausländischen Steinkohlenbergbau. Zeitschr. f. d. B. H. u. S. W. im preuss. St. Bd. 58. Berlin 1910.

[2]) Annales des mines. XVI. t. S. 385. Angeführt nach Redepenning, Über den Einfluss der Schwankungen des Luftdrucks auf den Austritt von Grubengas. Zeitschr. f. d. B. H. und S. W. im preuss. St. Bd. 59. Berlin 1911. S. 229.

2. Wenn der Luftdruck wächst, nimmt der Gehalt an Grubengas ab und umgekehrt.

3. Ein Luftdruckmaximum entspricht einem Minimum des Grubengasgehaltes.

4. Die Schwankungen können sehr bedeutend sein. So hatte ein Barometersturz von 770 mm auf 740 mm eine Änderung des Grubengasgehalts um 50 v. H. zur Folge.

Beispiele einiger Grubengasausbrüche.

Als Beispiel für Grubengasausbrüche führt Demanet folgendes an.

Auf der Kohlengrube Midi de Dour (Hennegau) fand im Jahre 1865 ein Gasausbruch in 468 m Tiefe im stehenden Flügel des Flözes Six-paumes statt. Derselbe war so heftig, dass die beiden vor der dortigen Kohle arbeitenden Leute in der Richtung auf den Schacht mit fortgerissen wurden, und dass der Staubstrom in alle seitlich gelegenen Räume und durch den Förderschacht empor bis zu Tage stieg. „Dieser Staubwolke folgte eine grosse Masse zerkleinerter, gleichsam gesiebter Kohle, welche die Strecke auf fast 30 m zuschüttete und bei der Messung ein Volumen von 1748 Hektoliter (= 175 cbm) ergab. Der Hohlraum, welcher sich auf diese Weise geleert und vergrössert hatte, zeigte eine unregelmässige Form und eine Grösse von über 100 cbm.“ —

Ein anderes Beispiel ist das Grubenunglück der Grube Agrappe bei Frameries (Hennegau) im Jahre 1879, bei welchem 121 Leute ihren Tod fanden.

„Der Ausbruch erfolgte in einer schwebenden Strecke auf der in Vorrichtung begriffenen 610 m Sohle. Die Gasmenge war so bedeutend, dass sie fast augenblicklich aus dem Förderschacht empordrang und das Schacht- und Fördermaschinengebäude anfüllte. In letzterem entzündete sich das Gas an einem Ofen. . . .

Das Feuer ergriff unmittelbar darauf das Seilscheibengerüst. . . . Eine gewaltige mehr als 50 m hohe und auf mehr als 10 km Entfernung sichtbare Feuersäule stieg aus dem Schacht empor. Sie brannte $2^1/_4$ Stunden lang. . . . Die freigewordene Menge Grubengas ist insgesamt auf 500000 cbm geschätzt worden“.

In Belgien hat man beobachtet, dass derartige heftige Gasausbrüche auf die Koks- und Schmiedekohle führenden Flöze beschränkt sind. Sie finden sich hier besonders häufig in der Nähe von Störungen und scheinen mit der Tiefe zuzunehmen. —



Als Beispiel eines **westfälischen** Gasausbruches sei der Gasausbruch auf der Zeche Maximilian bei Hamm[1]) am 11. April 1910 angeführt. Hierbei wurden etwa 40 t Kohlen, teilweise staubfein, mit den Gasen herausgeschleudert, während weitere 60 t an der Ausbruchsstelle so weit aufgelockert wurden, dass sie ohne weiteres weggefüllt werden konnten.

Wie aus der beifolgenden Abbildung (Fig. 29) ersichtlich ist, war bei dem Gasausbruch Kohlenstaub und Feinkohle bis auf 17 m Entfernung vom Ortsstoss fortgeschleudert worden. Der Kohlenstaub begann bei 17 m Entfernung und ging bei 13 m in Feinkohle bis zu 10 mm Korngrösse über. Der Kohlenstaub war pulvertrocken und hatte sammetartige Beschaffenheit. Die Feinkohle war mulmig und ebenfalls trocken. „Bei 13 m nahm die Feinkohlenschicht an Mächtigkeit langsam zu und hatte bei 6 m, wo ein durch die Gewalt des Ausbruches umgestürzter leerer Wagen sich befand, eine Mächtigkeit von 1 m. 2 m weiter lag die Kohle etwa 2 m hoch und füllte in dieser Höhe bis zum Ortsstoss den ganzen Querschlagsquerschnitt an". Einige Tage später räumte man die Ausbruchsstelle auf. Zwischen der zweiten und dritten Zimmerung im Kerbe fand man in dem Firstenverzuge eine Öff-

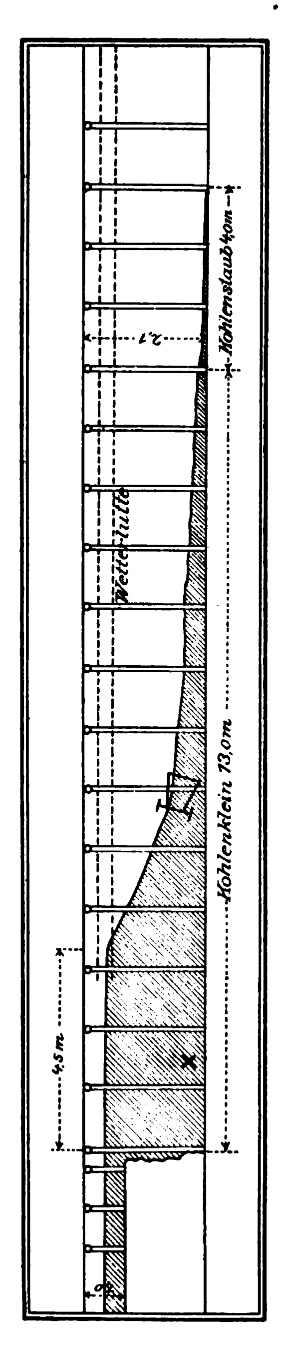


Fig. 29.

Kohlenschüttung als Folge eines Gasausbruches auf der Zeche Maximilian bei Hamm am 11. April 1910 (nach Hollender). Die Kohle war durch den Gasausbruch bis 17 m Entfernung vom Ortsstoss fortgeschleudert. Bei 6 m befand sich ein durch die Gewalt des Ausbruches umgestürzter leerer Wagen. Das Kreuz bezeichnet die Stelle, wo der Häuer verschüttet wurde.

[1]) Hollender, Der Gasausbruch auf der Zeche Maximilian bei Hamm am 11. April 1910. Zeitschr. f. B. H. und S. W. im preuss. St. Bd. 59. Berlin 1911. S. 62.

nung von etwa 30 cm Durchmesser. Die Öffnung erweiterte sich trichterförmig nach oben hin und zeigte dann 1 m oberhalb der Zimmerung einen Querschnitt von 80 bis 100 cm. Etwa 1½ m oberhalb der Zimmerung war das Hangende zu erblicken. Beim weiteren Auffahren der Kohle erkannte man alsdann, dass der Ausbruch an einer eigenartigen Störungszone des Flözes erfolgte. Das sonst 1,70 m mächtige Flöz war hier infolge einer Stauchung auf 5,50 m Länge etwa 3,50 m mächtig. „Vom Ende des Kerbes ab fand sich die Kohle in einem ellipsenförmigen Raum von 8 m Länge und 5 m Breite in völlig zermürbtem und zertrümmertem Zustande vor, so dass sie von selbst hereinfiel und weggefüllt werden konnte. Nachdem aus dem Raum etwa 100 Wagen Kohle geladen waren, hatten die Stösse wieder solche Festigkeit, dass sie wenigstens hielten. Doch war auch hier die Kohle noch mulmig. Etwa 6 m südlich der Störungskluft hatte das Flöz wieder die gewöhnliche Mächtigkeit von 1,70 m".

Stärkere Gasausbrüche treten besonders auch in der Liaskohle von Resicza im Banat auf. Die Gasausbrüche treten nach A. Becker[1]) hier hauptsächlich in der Nähe von Verdrückungen auf, und zwar merkwürdigerweise nur in einem der beiden dortigen Flöze (Hangendflöz) und in einer Tiefe über 400 m. Der gewaltigste und zugleich erste der dortigen Gasausbrüche erfolgte am 18. Dezember 1896. Er war begleitet von einer Explosion, da sich die austretenden Gase entzündeten. Es fielen der Katastrophe 70 Menschen zum Opfer. Nach Aufräumung der Stelle, die über ein Jahr in Anspruch nahm, fand man einen unregelmässigen Hohlraum von zirka 25 m^3 Rauminhalt. Das Flöz war hier von abnormer Mächtigkeit (4 m). Die ausgeworfene Kohle war grösstenteils pulverisiert und schloss die Strecke hermetisch ab. Es waren hier 805 Förderwagen Kohle à 600 kg Nettogewicht und einige Gesteinsstücke bis über 1 m^3 Grösse ausgeworfen worden. Die maximale Auswurfsweite betrug 70 m.

b) Kohlensäure (CO_2).

Kohlensäuregase („matte Wetter") findet man selten in Steinkohlengruben, häufiger aber in Braunkohlengruben. Die Kohlensäure entsteht hier, abgesehen von brennenden Lampen und von dem Atmen der Arbeiter sowie von einer Nachwirkung der Entzündung schlagender Wetter („Nachschwaden"), durch eine langsame Oxydation der Kohle.

[1]) A. Becker, Zur Theorie der plötzlichen Gasausbrüche. Österr. Zeitschr. f. B. und H. W. 1907. S. 269 ff.



Durch diese langsame Oxydation (Verbrennung) wird gleichzeitig die Kohle erwärmt, und sie kann sich unter Umständen hierbei entzünden.

In seltenen Fällen enthalten Flöze in den Poren der Kohle Kohlensäure unter Druck eingeschlossen. Ist dieses aber der Fall, so kann die Kohlensäure zu ähnlichen Ausbrüchen Veranlassung geben wie das Grubengas. Das Kohlensäuregas lässt sich kurz in folgender Weise charakterisieren:

Kohlensäure ist farblos. Ihr spezifisches Gewicht ist höher als das der Luft. Infolgedessen findet man Kohlensäure im Gegensatz zum Grubengase stets in den unteren Teilen der Grubenbaue angesammelt.

Brennende Körper erlöschen in Kohlensäure. Beim Einatmen von 1 Prozent Kohlensäure fühlt man sich bereits unwohl, bei 10 Prozent wird man sofort betäubt. Es ist diese Einwirkung der Kohlensäure auf den menschlichen Organismus umso gefährlicher, weil man beim Betäuben umfällt und hierbei in eine noch stärkere Kohlensäuremischung gerät und erstickt.

Als Beispiele gefährlicher Kohlensäureausbrüche auf Steinkohlengruben seien folgende Fälle angeführt:

In Deutschland sind Kohlensäureausbrüche vor allem im Waldenburger[1]) Kohlenrevier in Niederschlesien bekannt. Schon die dauernde Kohlensäureentwicklung ist in manchen der dortigen Gruben bedeutender als anderswo. Während man für Westfalen durchschnittlich 0,30 Prozent CO_2 im Wetterstrom annehmen kann, enthält der ausziehende Wetterstrom z. B. der Grube Seegen Gottes in Waldenburg 1,22 Prozent CO_2.

Starkes Ausströmen von Kohlensäure ist in den Abbauen der Seegen Gottes-Grube öfters beobachtet. Die Kohlensäure tritt hier besonders aus frisch gebohrten Sprengbohrlöchern heraus. Der Gasdruck der Kohlensäure ist alsdann bisweilen so stark, dass das Bohrmehl direkt ausgeblasen wird. Im Abbau kann man den Austritt der Kohlensäure übrigens ebenso erkennen wie in anderen Gruben den Austritt des Grubengases, nämlich durch ein eigentümliches Geräusch, das sogenannte „Krebsen“. In Bohrlöchern ist oft eine Temperaturabnahme beobachtet, die man schon mit der Hand deutlich fühlt.

Eine grosse Gefahr für den Bergbau bedeuten plötzliche Kohlensäureausbrüche, die häufig auch Verluste an Menschenleben herbeiführen.

[1]) Laske, Der Kohlensäureausbruch auf dem Steinkohlenbergwerk Cons. Seegen Gottes-Grube bei Altwasser am 7. Dez. 1910. Z. f. B. H. und S. W. im preuss. St. Bd. 59. Berlin 1911. — Siehe auch Bd. 60. Berlin 1912. (Laske, Kohlensäureausbruch bei Neurode.)



Zur Erläuterung der Gewalt dieser Kohlensäureausbrüche sei mitgeteilt, dass auf der Seegen Gottes-Grube 1910 bei einem Ausbruch 75 Tonnen Berge und Kohle in die Abbaustrecke hineingeworfen wurden. Bei derartigen Katastrophen wird gleichzeitig eine so grosse Menge Kohlensäure ausgeblasen, dass stundenlang der regelmässige Wetterstrom unterbrochen wird.

Über die Herkunft dieser Kohlensäure lässt sich nichts Genaues sagen. Während die einen Forscher die Entstehung der Kohlensäure auf Zersetzungserscheinungen der Kohle zurückführen, glauben andere an eine fremde Herkunft der Kohlensäure, die nur von der Kohle absorbiert und verdichtet wurde. Jedenfalls sind in der Waldenburger Gegend auch kohlensäurehaltige Quellen bekannt, welche zu Kurzwecken (z. B. Salzbrunn) ausgenutzt werden. Die Herkunft der Kohlensäure dieser kohlensäurehaltigen Quellen ist aber ebenfalls unbekannt. —

Besonders gefährliche Kohlensäureausbrüche kennt man ferner im Departement Gard in Südfrankreich, nördlich Marseille[1]). Wegen der Gefährlichkeit der dortigen Ausbrüche ist man dazu übergegangen, ein elektrische Zündung beim Schiessen von Tage aus einzurichten.

Einer der in diesem Distrikte erfolgenden Ausbrüche war so stark, dass aus der Schachtmündung Kleinkohle und Kohlenstaub in einer Säule von 36 m Höhe ausbrach. Dieses Ausströmen dauerte $1^1/_2$ Stunden lang an. Die Staubschicht um den Schacht herum lag 1 m hoch, teilweise sogar 3 m hoch. Mit dem Staube wurden 25 Hektar ganz schwarz bedeckt. Drei Arbeiter, welche nicht schnell genug vom Schachte entflohen, erstickten über Tage. Erstickungsanfälle kamen sogar innerhalb der Wohnungen vor. Im weiten Umkreis wurden Hunde, Katzen und Vögel getötet. Die Masse der herausgeschleuderten Steinkohle hat gegen 4000 t betragen.

c) Sonstige Gase.

Von sonstigen Gasen findet man in Kohlengruben auch Kohlenoxydgas. Es entsteht dieses bei unvollkommener Oxydation der Kohle, besonders nach Schlagwetterentzündungen, Kohlenstaubexplosionen und Grubenbränden. Das Gas ist brennbar. Für den menschlichen Organismus ist es starkes Gift. Das öftere Auffinden toter Grubenarbeiter neben noch brennenden Lampen nach einer der eben genannten Katastrophen dürfte auf Kohlenoxydgasvergiftung zurückzuführen sein.

[1]) Vortrag von Bergrat Werne in Breslau. Referat in „Metall und Erz" 1913. S. 796.



Stickstoff trifft man in grösserer Menge nach Schlagwetterentzündungen in Kohlengruben an. Es erklärt sich dieser hohe Stickstoffgehalt dadurch, dass das explosibelste Schlagwettergemisch nach der Verbrennung aus 2 Teilen Wasserdampf, 2 Teilen Kohlensäure und 8 Teilen Stickstoff besteht[1]).

4. Anorganische Gesteine und Mineralien im Kohlenflöz.

a) Gerölle fremder Gesteine im Kohlenflöz.

Als Seltenheit findet man in manchen Kohlenflözen Gerölle fremder Gesteine.

Dieselben wurden zuerst wohl von dem englischen Forscher Phillipps[2]) (1855) beschrieben. Die von Phillipps beschriebenen Gerölle entstammten einem Kohlenflöze bei New-Castle und bei Norbury unweit Stockport. Petrographisch bestanden sie aus Quarzit. Die Herkunft der Gerölle versucht Phillipps durch Wassertransport zu erklären. Nach seiner Ansicht waren die betreffenden Gesteine in Wurzeln oder sonstigen Teilen von Pflanzen verstrickt und wurden dann mit den Pflanzen an den Ort ihrer jetzigen Lagerung hingeschwemmt.

Aus Amerika hat J. Dana[3]) ähnliche Gerölle aus Kohlenflözen beschrieben. Seine Erklärung über die Herkunft dieser Gerölle schliesst sich der Ansicht Philipp's an. Ferner beschreibt E. B. Andrews[4]) graue Quarzitgerölle aus einem Kohlenflöz in Ohio.

In den Steinkohlenflözen des Departement Nord in Frankreich kommen auffallend zahlreiche solche Gerölle vor. So sammelte Ch. Barrois[5]) im Laufe verschiedener Jahre 1073 Gesteinsgerölle, welche alle in der Kohle eingeschlossen vorkamen. Von diesen Geröllen entstammten 5 Prozent unbekannten, wahrscheinlich sehr fern liegenden paläozoischen und kristallinischen Massiven, während 95 Prozent den schon verfestigten Schichten der Steinkohlenformation selbst angehörten.

In österreichischen Kohlenlagern (Mähren) hat Stur[6]) derartige Einschlüsse gefunden. Betreff des Gesteins weist er darauf hin, dass Flüsse diese Gerölle nicht in die Kohle eingeschwemmt haben

---

[1]) Über das geringe Vorkommen anderer Gase (Aethan usw.) siehe S. 21.

[2]) Manual of geology, London 1855. S. 225.

[3]) Manual of Geology. 2. Edit. Newyork 1874. S. 317.

[4]) American naturalist VI. 1871. S. 291.

[5]) Ch. Barrois, l'origine des sédiments houillers usw. Internationaler Kongress f. Bergbau usw. Düsseldorf 1910. Berichte d. Abteilg. f. prakt. Geologie S. 10ff.

[6]) D. Stur, Über die in Flözen reiner Steinkohle enthaltenen Stein-Rundmassen und Torf-Sphärosiderite. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1885. S. 613.

können, weil kein Sand, Schlamm oder sonstiger Detritus mit abgelagert wurde. Ebensowenig hält er Einschwemmung durch Baumwurzeln für möglich. Er kommt daher zu dem merkwürdigen Schlusse, dass diese Gerölle Pseudomorphosen nach Sphärosideriten sind. Durch ein genaueres Studium der Gesteinsbeschaffenheit dieser Gerölle (Granit, Quarzit usw.) erweist sich dieser Schluss aber als vollkommen unhaltbar.

Aus deutschen Kohlenrevieren sind derartige Einschlüsse in Kohlenflözen auch öfter beschrieben. So hat bereits 1862 Noeggerath[1]) eine Mitteilung veröffentlicht über einen rundlichen Gesteinseinschluss aus einem Steinkohlenflöze der Grube Frischauf bei Witten in Westfalen. Der Einschluss hatte die Grösse eines Kinderkopfes und bestand aus lichtgrauem splittrigen Hornstein.

Aus Oberschlesien beschreibt F. Roemer[2]) Gerölle von Gneis und Granulit aus dem Carolinenflöz der Hohenlohe-Grube bei Kattowitz. Er macht gleichzeitig darauf aufmerksam, dass Granulite in der näheren und weiteren Umgegend von Kattowitz als anstehendes Gestein unbekannt sind. Die Gerölle mussten also von weither transportiert sein.

Andere Gerölle aus den Kohlenlagern Oberschlesiens beschreibt Ch. E. Weiss[3]). Er führt zahlreiche neue Fundpunkte an. Die untersuchten Gerölle bestanden fast alle aus Granulit, einige aus Granulitgneiss. Weiss weist darauf hin, dass der nächste anstehende Granulit heute im Eulengebirge zu finden ist. Er hält es aber für möglich, dass nähere Vorkommen von Granulit, welche jene Gerölle lieferten, gegenwärtig gänzlich verschwunden (bedeckt) sind.

Über Geröllfunde in westfälischen Steinkohlenflözen hat H. Menzel[4]) und in neuerer Zeit Kukuk[5]) einige Mitteitungen veröffentlicht. Nach Mentzel sind solche Gerölle in 11 verschiedenen Flözen der niederrheinisch-westfälischen Kohlenbecken gefunden. Sämtliche Gerölle sind ringsum abgerundet und besitzen mehr oder weniger eiförmige Gestalt.

Abweichungen von dieser eiförmigen Gestalt sind an einzelnen dieser Gerölle beobachtet. So zeigen einige Gerölle nur eine Kantenrundung, während andere abgebrochene, an ihren Kanten etwas abgerollte Ecken haben.

---

[1]) Verh. d. naturw. Vereins d. preuss. Rheinlande. 1862. S. 24.

[2]) Zeitschr. d. D. geol. Ges. XVI. 1864. S. 615.

[3]) Ch. E. Weiss, Gerölle in und auf der Kohle von Steinkohlenflözen, besonders in Oberschlesien. Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt für 1885. Berlin 1886. S. 242 ff. u. 262.

[4]) Die Entwicklung des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlen-Bergbaues usw. Berlin 1903. Bd. I. S. 115 ff.

[5]) Kukuk, Über Einschlüsse in den Flözen des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenvorkommens. Ber. d. niederrh. geol. Ver. 1908. S. 25 ff.



Alle Gerölle lagen in kompakter Kohle eingelagert. Aussen zeigen die Gerölle stets eine dünne, tiefschwarze, glänzende Rinde mit parallelen Streifen und Schrammen, welche teilweise den Schichtungsstreifen des Gesteins entsprechen, teilweise aber durch Abschleifen beim Transport entstanden sind. Die Grösse der Gerölle schwankt zwischen Walnussgrösse und Kopfgrösse.

Petrographisch bestehen die Gerölle meist aus einem dichten, splittrigen Quarzit. Aber auch anderes Gesteinsmaterial ist vertreten. So besitzt die Bochumer Bergschule unter 80 Geröllen (nach Kukuk) solche aus Grauwacke, Schieferton, Kohlensandstein, Quarzkonglomerat, Kieselschiefer und Toneisenstein. Als Seltenheit fand sich auch ein milchweisses Gangquarzgestein, und zwar im Flöz 2 der Zeche Recklinghausen II. Alle diese Gesteinstypen gehören entweder der Carbonformation selbst an oder sind im rheinischen Schiefergebirge noch heute anstehend bekannt.

Die Art der Zuführung dieser Gerölle an den Ort ihrer jetzigen Lagerung ist nach wie vor unbekannt. Am besten passt noch immer die zuerst von Phillipps vorgeschlagene Erklärung einer Einschwemmung im Wurzelgeflecht von Bäumen.

Mit dieser Theorie stimmt nach Mentzel auch die Lage der Gerölle überein. Soweit Angaben darüber vorliegen, sollen nämlich die kleinen Gerölle in dem oberen Teil der Flöze gefunden sein, während die grossen im unteren oder mittleren Teil beobachtet wurden. Man kann diese verschiedene Lagerung dadurch erklären, dass die leichten Gerölle beim Eindringen in das noch weiche Moor schon in den obersten Schichten stecken blieben, während die grösseren Gerölle infolge ihrer Schwere tiefer einsanken.

Nach Potonié[1]) können die Gerölle auch durch anhaftende Wasserpflanzen analog dem heutigen Meerestang verschleppt sein. Wasserpflanzen wären alsdann auf Geröllen gewachsen und hätten diese Unterlage schliesslich mit emporgerissen und mit forttransportiert. Derartige Verschleppung von Geröllen durch Meerestange kann man heute an allen Küsten beobachten, wo Tangmassen angeschwemmt werden. Die Voraussetzungen zu einer derartigen Erklärung für die Herkunft der Gerölle in Kohlenflözen scheinen aber meist nicht vorhanden zu sein, weshalb auch wir selbst der alten Ansicht von Phillipps als vorläufig der besten Erklärung den Vorzug geben.

---

[1]) Potonié, Die Entstehung der Steinkohle und verwandter Bildungen. Berlin 1907. S. 33.



b) Torfdolomite und Torfsphaerosiderite in Kohlenflözen.

In manchen Kohlenflözen findet man rundliche eisenhaltige oder dolomitische Konkretionen, welche unter dem Namen Torfsphaerosiderit und Torfdolomit in der Literatur beschrieben sind.

So erwähnt bereits Stur[1]) derartige Torfsphaerosiderite aus Steinkohlenflözen Mährens. Nach seinen Untersuchungen bieten Dünnschliffe interessante Einblicke in die Entstehungsgeschichte dieser Gebilde. In diesen Dünnschliffen sieht man in einer gelblichen oder bräunlichgelben mikrokristallinen Grundmasse grössere und kleinere Trümmer von Pflanzen liegen. Die anatomische Struktur der Pflanzen ist völlig unzerdrückt. Aus diesem Erhaltungszustand kann man schliessen, dass sich diese pflanzenführenden Konkretionen zu einer Zeit gebildet haben, in welcher sich die Kohle noch im „Torfstadium" befand. Man stellt sich den Vorgang so vor, dass der carbonische Torf von gelöstem kohlensaurem Eisenoxydul, Kalk und Magnesia durchtränkt und dann versteint wurde. Die in diesen Sphaerosideriten enthaltenen Pflanzenteile haben übrigens den Inkohlungsprozess ebenfalls mit durchgemacht, soweit sie nicht ganz in anorganische Materie umgewandelt d. h. richtig versteint wurden.

Häufiger als Torfsphaerosiderite findet man „Torfdolomite", d. h. Dolomitkonkretionen in Steinkohlenflözen. Torfdolomite sind anscheinend bisher nur in Europa gefunden, so in England, im Ruhrrevier, im Aachener Becken, in Oberschlesien und im Donetzgebiet. In allen diesen Fällen handelt es sich um paralische Kohlenflöze, welche direkt von marinen Schichten überlagert werden.

Studien über die westfälischen Dolomitkonkretionen hat in neuerer Zeit vor allem Kukuk[2]) veröffentlicht, denen die nun folgenden Mitteilungen entnommen sind.

---

[1]) Stur, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1885. S. 613—648.

[2]) P. Kukuk, Über Torfdolomite in den Flözen der niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenablagerung: „Glückauf", Berg- und Hüttenm.-Zeitschr. 1909. Nr. 32.

Weitere Literatur über dieses Thema: Wedekind, Fossile Hölzer im Gebiete des westfälischen Steinkohlengebirges. Verh. d. n. V. 1884. S. 181ff. — Weiss, Einige Karbonate aus der Steinkohlenformation. Jahrb. d. kgl. geol. Landesanstalt. 1885. S. 113ff. — Nasse, Die Lagerungsverhältnisse pflanzenführender Dolomitkonkretionen im westf. Steinkohlengebirge, Verh. d. n. Vereins 1887. S. 59ff. — Stur, Über den neuentdeckten Fundort und die Lagerungsverhältnisse usw. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1888. S. 237ff. — Piedboeuf, Concrétions dolomitiques de l'étage houiller à aviculopecten du bassin houiller de la Westfalie. Annales de la Soc. géol. d. Belgique. Bd. 15. 1888. S. 88ff. — Mentzel, Beiträge zur Kenntnis der Dolomitvorkommen in Kohlenflözen. „Glückauf" 1904. S. 1164ff. — P. Kukuk, Über Einschlüsse in den Flözen des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenvorkommens. Ber d. niederrh. geol. Ver. 1908. S. 25ff.

Die Grösse der in Westfalen gefundenen Torfdolomite schwankt zwischen Erbsengrösse und Kopfgrösse. Durch Zusammenwachsen entstehen Zwillings- und Drillingsformen. Randlich sind die Torfdolomite entweder von einer bröckligen, mehrschaligen Glanzkohlenrinde umgeben oder sie besitzen nur eine stark glänzende, ganz dünne Oberflächenhaube

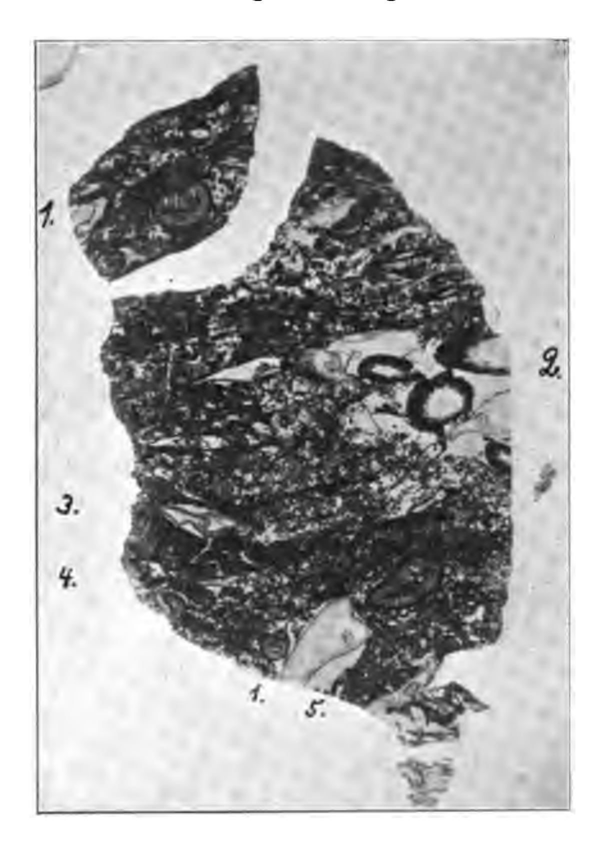


Fig. 30.

Dünnschliff von einem Torfdolomit aus einem Kohlenflöz von Langendrees (Westfalen). Etwa $^6/_5$ vergrössert.

Der Schliff enthält: 1. Rachiopteris aspera Will. 2. Astromyelon Williamsonis. 3. Lepidodendron sclaginoides. 4. Lyginodendron Oldhamium. 5. Stigmaria Wurzeln. — Original in Freiberg (Sachsen).

aus kohliger oder toniger Substanz. Ein dünner Überzug von Calcit oder Schwefelkies kann über dieser Haut noch vorhanden sein. Durch verdünnte Salzsäure lässt sich der kohlige Überzug leicht entfernen. Die schon vorher sichtbare Zeichnung grösserer Pflanzenreste wird hierbei deutlicher.

Petrographisch bestehen die Dolomitknollen aus einem dunkelbraunen bis gelbbraunen, mehr oder weniger dichten Dolomit, der beim Anschlagen mit mattem Glanze auf unebenem Bruche schimmert. Das Analysenresultat zeigt ausser Dolomit auch noch einen wechselnden Gehalt an Mangan- und Eisencarbonat. Die eingeschlossenen Pflanzenreste kommen deutlich erst bei der Untersuchung mittels Dünnschliffs zum Vorschein. Unter dem Mikroskop erkennt man alsdann eine Menge verschiedenartiger, regellos durcheinander liegender Pflanzenreste, die von zahllosen Wurzeln durchzogen sind[1]) (Fig. 30).

Die Pflanzen dieser Torfdolomite sind teils in Dolomit versteinert, teils auch verkohlt. Beide Erhaltungszustände finden sich an ein und demselben Pflanzenrest. Das Zustandekommen dieses Erhaltungszustandes erklärt sich Weiss dadurch, dass gleichzeitig ein Inkohlungs- und Versteinerungsprozess vor sich ging. Beide Vorgänge griffen ineinander und erzeugten teils stärker versteinerte, teils stärker verkohlte Teile.

Das Auftreten der Torfdolomite ist sporadisch. Sie erscheinen bald in grösseren, diagonal verlaufenden, bandförmigen Zonen, bald unregelmässig nesterförmig im Flöz verteilt (Fig. 31—33). Sie sind meist gänzlich von Kohle eingeschlossen. Nur in einigen Aufschlüssen ragen sie zum kleinen Teil in den hangenden Schieferton hinein, so dass die Unterfläche des Schiefertones nach dem Ausgewinnen der Kohle Vertiefungen aufweist, welche der Form der Dolomite entsprechen.

Das Vorkommen der Torfdolomite scheint auf wenige Horizonte in Westfalen beschränkt zu sein. Nach Beobachtungen von Mentzel und Kukuk kennt man sie in Westfalen nur in zwei Flözen und zwar im Flöz Katharina (hangendstes Flöz der Fettkohlenpartie) und im Flöz Finefrau-Nebenbank (obere Magerkohlenpartie). Innerhalb dieser Flöze sind die Torfdolomite an vielen Stellen nachgewiesen, so dass sie als horizontbeständig angesehen werden müssen. An einzelnen Stellen, wie z. B. im Katharinaflöz der Zeche Schlägel und Eisen III/IV, nehmen sie so zu, dass das dortige ca. 1m mächtige Flöz vollkommen versteint und nicht mehr abgebaut wird. An anderen Stellen treten sporadisch dicke Packen auf (z. B. Schacht Karl des Kölner Bergwerkvereins). An diesen Stellen ist alsdann das Flöz infolge ungleichmässiger Schrumpfung stark angeschwollen, während es ausserhalb dieser Einlagerung seine normale Mächtigkeit wieder annimmt.

[1]) Betreff der Pflanzeneinschlüsse solcher Knollen vergleiche: Felix, Untersuchungen über den inneren Bau westfälischer Karbonpflanzen. Abh. z. geol. Spez.-Karte v. Preussen. Bd. VIII. — Weiss, Steinkohlen-Kalamarien II. Abh. z. geol. Spez.-Karte v. Preussen. Bd. V. H. 2. S. 9.



Wie in Westfalen, so sind auch im Aachener Becken, in der dortigen Wurmmulde Torfdolomite festgestellt (Flöz 6, Grube Maria, Eschweiler Bergwerkverein). Dieselben treten hier in zwei völlig ge-

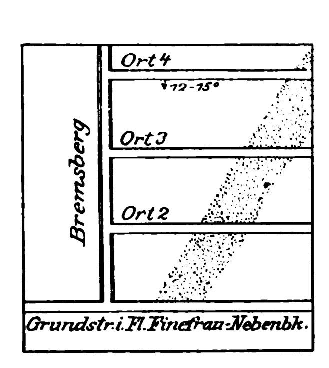


Fig. 31.
Streifenartiges Auftreten von Dolomitknollen im Flöz Finefrau (Nebenbank). Zeche Schnabel im Osten (nach Mentzel).

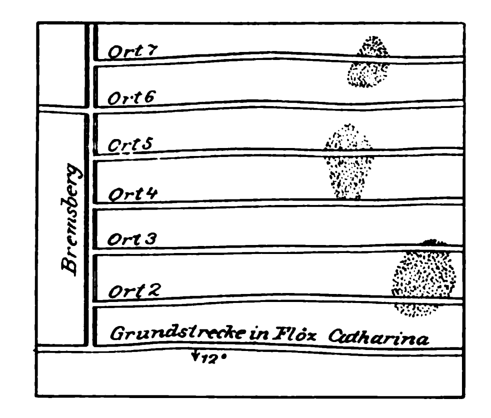


Fig. 32.
Nesterförmige Verteilung der Torfdolomite im Flöz Katharina, Zeche Schlägel u. Eisen III/IV (nach Kukuk).

trennten Horizonten desselben Flözes auf. Im Dünnschliff zeigen die Knollen wieder einen grossen Reichtum an verschiedenartigen Pflanzen-

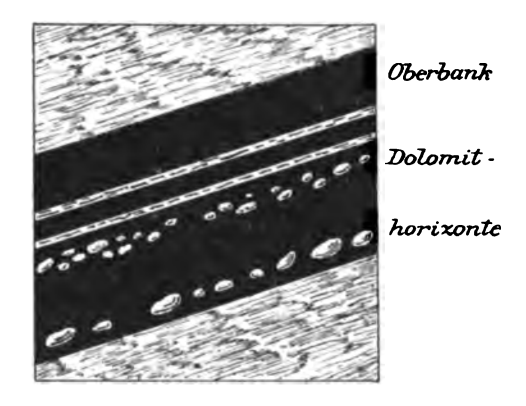


Fig. 33.
Profil des Flözes Katharina mit zwei Dolomithorizonten in der Unterbank, Zeche Zollverein I/II (nach Kukuk).

resten. Diese Funde von Torfdolomiten im Aachener Becken haben neben ihrer wissenschaftlichen Bedeutung auch noch ein praktisches

Interesse. Sie können nämlich als weitere Stütze gelten für die schon auf Grund anderer Beobachtungen vermutete Identität des Flözes 6 (Mariagrube Aachen) und des Flözes Katharina (Westfalen).

Über die Entstehung dieser Torfdolomite sind von verschiedenen Forschern verschiedene Ansichten geäussert worden. So denkt Potonié an eine allochthone Entstehung analog gewissen „Seebällen" oder „Genistpaketen", welche aus geröllartig zusammengeschwemmten und ineinander verstrickten Pflanzenteilen bestehen, in das Torflager eingeschwemmt wurden und dann hier dolomitisierten. Gegen eine derartige allochthone Entstehung sprechen aber sehr viele Beobachtungen, von welchen Kukuk unter anderem folgende anführt. Durch zwei nebeneinander liegende, selbständige Dolomitknollen gehen bisweilen einheitliche Pflanzenreste ungestört hindurch. An anderen Stellen beobachtet man in den Torfdolomiten Stigmarienappendices und andere Wurzelreste, welche noch in der Lage ihres Wachstums vorhanden zu sein scheinen und keinen Transport hinter sich haben können. Diese und noch andere Beobachtungen sprechen unzweideutig dafür, dass die Torfdolomite und die in ihnen enthaltene Pflanzenreste am Orte ihrer jetzigen Lagerung entstanden sind. Die Bildung der Dolomite muss ferner zeitlich erfolgt sein, als die Pflanzenteile noch keine durchgreifende Zerstörung durch Zersetzung erlitten hatten, also in einem frühen Stadium der Torfbildung. Es ist diese Annahme berechtigt, weil man im Dünnschliff in klarer Weise den anatomischen Bau der versteinerten Pflanzenteile noch erkennen kann, seien es Blattfragmente oder Wurzelstöcke, Stammstücke oder Rindenteile, Samenkapseln oder Fruchtstände usw. Man müss daher die Torfdolomite als konkretionäre Bildungen innerhalb einer Steinkohlentorfmasse deuten.

Als wichtiges Moment bei der Entstehung der Torfdolomite muss nach Beobachtungen von Mentzel und anderen ferner folgendes gelten: Für Westfalen, England und Mährisch-Ostrau ist das Zusammentreffen mariner Schichten mit dem Auftreten der Torfdolomite charakteristisch. Es müssen daher wohl irgend welche genetischen Beziehungen zwischen beiden Erscheinungen bestehen. Man hat hierbei an eine längere Konservierung der Pflanzensubstanzen ehemaliger Torfmoore durch das Salzwasser des Meeres und darauf folgende spätere Dolomitisierung gedacht.

Auch aus Braunkohlenflözen sind Torfsphaerosiderite und Torfdolomite bekannt.

Dieselben treten z. B. in der rheinischen Braunkohle des Vorgebirges bei Köln auf. Nach W. Gothan[1]) handelt es sich hier um ähnliche

[1]) W. Gothan, Über ein Vorkommen von tertiären Torfdolomiten. „Glückauf!" 1911. S. 228 ff.



Vorkommen, wie sie in den carbonischen Ostrauer Schichten von Peterswalde in Oberschlesien früher gefunden wurden. Das Versteinerungsmaterial ist in beiden Fällen hauptsächlich Sphaerosiderit ($FeCO_3$).

Die tertiären Torfsphaerosiderite der rheinischen Braunkohle fanden sich in den Flözen der dortigen Braunkohlengruben Donatus und Berggeist. Als Niederschlagszentren für das Eisencarbonat dienten hier besonders Holzreste, in welchen sich der Siderit in runden, oolithähnlichen Körnern ausschied, weshalb Gothan solchen Hölzern den Namen „Oolithhölzer" beilegte. Unter diesen Hölzern gibt es alle möglichen Übergänge zwischen lignitischem Holz und typischem Sphaerosiderit. In einzelnen Hölzern hat man nur die allerersten Anfänge der Oolithbildung vor sich, so dass erst bei genauem Zusehen Mikroolithe erkennbar sind. In anderen Fällen ist das ganze Holz von Oolithen durchsetzt, wobei die Grösse der Oolithe über Erbsengrösse aber nicht hinausgeht.

Wo diese Oolithbildung im Holze auftritt, da ist das Holz echt versteint, d. h. es zeigt noch deutlich seine mikroskopische Struktur. Um diese Oolithe legt sich dann eine schmale Zone stark verrotteten Holzgewebes. Dann folgt Holz von der gewöhnlichen Beschaffenheit der Lignite.

Neben diesen „Oolithhölzern" findet man auf der Grube Berggeist bei Köln auch fladenförmige Ausscheidungen von kristallinischem, blaugrauem Spateisenstein. Dieselben treten besonders in den tieferen Teilen des Flözes auf, welches sie echt versteinen.

Fertigt man von diesen Sphaerosideritknollen Dünnschliffe an, so sieht man, dass sie ganz erfüllt sind von echt versteinerten Pflanzenresten, die von Wurzeln „in situ" durchzogen werden. In grosser Zahl sind Holzreste vertreten, so dass man gleichsam einen versteinerten Bruchwaldtorf vor sich hat. Die Pflanzenreste im Innern der Knollen sind meist stark zersetzt. Die Wurzeln zeigen sich meist besser erhalten. Sie sind nicht zusammengesunken, da sie wohl noch lebend die bereits stärker zersetzten Torfmassen durchwachsen haben. Es verhalten sich diese Wurzeln also ähnlich wie die Stigmaria - Appendices in den carbonischen Torfdolomiten.

Wie in Steinkohlenflözen, so kennt man in Braunkohlenlagern ausser Torfsphaerosideriten auch Torfdolomite. Dieselben finden sich z. B. innerhalb eocäner Braunkohle bei Helmstedt in Braunschweig[1]).

[1]) Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 119.



Hierüber lässt sich folgendes mitteilen:

In der Helmstedter Mulde sind zwei Flözgruppen entwickelt. Die Flöze der liegenden Gruppe sind nicht über 7 m mächtig und führen eine gute, oft sehr feste Stückkohle. Die Flöze der hangenden Gruppe sind dagegen 12—20, ja bis 30 m mächtig und enthalten eine mehr erdige Braunkohle.

Die Kalksteineinlagerungen sind nur auf die liegende Flözgruppe beschränkt. Sie treten hier in vier verschiedenen Horizonten auf. Sie liegen stets in den Flözen, bald in der Mitte, bald näher dem Hangenden oder Liegenden, ohne dabei aber jemals Hangendes oder Liegendes zu berühren. Sie sind also stets von Kohle umgeben. Ihre Menge kann so zunehmen, dass das Flöz stellenweise unabbauwürdig wird. Die Grösse dieser Kalksteineinlagerungen ist sehr verschieden. Sie schwankt zwischen Faustgrösse und Gebilden von 20 m Länge, 2—4 m Breite und 0,8 bis 2 m Dicke. Die Struktur dieses Gesteins ist dicht. Chemisch besteht es aus bituminösem, schwach dolomitischem, kohlensaurem Kalk. An ihrer Oberfläche zeigen die Konkretionen zahlreiche Pflanzenreste und in ihrem Innern findet man Zweigstücke und Baumstämme. Sie sind ebenso wie die Torfdolomite der Steinkohle gleichzeitig mit der Kohle entstanden, wahrscheinlich als Niederschlag von Gewässern, welche die Kohle während ihrer Bildung zeitweise überfluteten.

c) Mineralvorkommen in Kohlenflözen.

In Kohlenflözen kommen organische und anorganische Mineralien vor.

Die organischen Mineralien treten meist als Harze oder Petroleumähnliche Substanzen auf. Fast alle diese organischen Substanzen sind ein Gemenge verschiedener Körper, so dass es erklärlich ist, wenn die Angaben der verschiedenen Beobachter über Eigenschaften und Zusammensetzung dieser Substanzen variieren.

In der Steinkohle hat man solche harzartigen Beimengungen bisher nur in kleinen Mengen angetroffen. In fein verteiltem Zustande sind sie aber öfter in der Kohle enthalten, da man sie mit Äther oder Schwefelkohlenstoff extrahieren und nachweisen kann. Auf diese verschiedenen Verbindungen sei nicht näher eingegangen. Interessenten finden näheres bei Dana[1]) und Muck[2]).

Von anorganischen Mineralien kann man wohl die meisten Mineralien im Kohlenlager hier und da einmal antreffen. So hat man

[1]) Dana, A system of mineralogy (5. ed. S. 720—758).

[2]) F. Muck, Grundzüge und Ziele der Steinkohlen-Chemie. Bonn 1881. S. 45.



in der Kohle von Wales und gelegentlich auch in westfälischen Kohlenflözen Millerit gefunden. In der Kohle der bayerischen Pfalz trifft man mitunter Zinnober. Malachit kennt man aus der Kohle von Zwickau. Kupferkies, Buntkupferkies, Zinkblende, Bleiglanz und vor allem Schwefelkies sind in vielen Kohlenflözen nachweisbar. Ebenso treten auch nichtmetallische Mineralien auf, wie Schwerspat, Glaubersalz, Bittersalz, Haarsalz, Kalialaun usw. Alle diese Mineralien sind zum grössten Teile erst sekundär in die Kohlenlager eingedrungen und durch Reduktion von Seiten der Kohle aus ihren Lösungen ausgefällt. So zeigen einige Flöze der Hohenzollerngrube bei Beuthen in Oberschlesien Bleiglanz auf Spalten, während weiter im Hangenden und Liegenden des Flözes dieselben Spalten keinen Bleiglanz führen.

Da die Bestandteile dieser Mineralien meist erst sekundär ins Flöz eingedrungen sind, so stehen sie genetisch in keinem besonderen Zusammenhang mit der Kohlenbildung.

Eine Bedeutung besitzen von allen diesen Mineralien nur Eisenerz und Schwefelkies. Da Eisenerz schon an anderer Stelle dieses Werkes näher besprochen wurde (S. 156), so sei hier nur noch kurz auf den Schwefelkies eingegangen.

Schwefelkies findet sich in der Form von Pyrit oder Markasit in Steinkohlenflözen und Braunkohlenlagern. Er tritt selten in grösseren zusammenhängenden Lagern auf, meist in Form feiner Blättchen und Anflüge. Mitunter ist er so fein in der Kohle verteilt, dass man ihn mit blossem Auge nicht bemerken kann. Erst durch Pulvern der Kohle und durch darauf folgendes Sichern lässt er sich dann in dem Sichertroge nachweisen.

In seltenen Fällen geht Braunkohle durch Zunahme des Ton- und Schwefelgehaltes in Gesteine über, welche zur Alaunfabrikation früher vielfach benutzt wurden. Am Hirschberg in Hessen[1]) findet man so im Liegenden der Braunkohle sogenanntes „Lebererz“, das ist eine sehr tonige und schwefelkiesreiche Braunkohle oder besser ein bituminöser, kohliger Alaunton. Dieses Gestein wurde hier früher zur Alaungewinnung abgebaut.

Zu demselben Zweck wurde auch die mitteleocäne Braunkohle von Buchsweiler[2]) im Elsass gewonnen. Das dortige Flöz ist 1,50—2 m mächtig und enthält in seinem oberen Teile (0,50 m) etwa 12—13

[1]) A. Uthemann, Die Braunkohlenlagerstätten am Meisner, am Hirschberg und am Stellberg. Abhdlg. d. kgl. preuss. geol. L.-A. Neue Folge. Heft 7. Berlin 1892. S. 16.

[2]) Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 79.



Prozent Eisenkies. Bis zum Jahre 1881 wurde hier eine grosse Menge Eisenvitriol und Alaun hergestellt.

Beimengung von Schwefelkies drückt stets den Wert der Kohle herunter, da dieselbe alsdann für viele Zwecke nicht mehr zu gebrauchen ist. Auf diese schädlichen Eigenschaften schwefelkiesreicher Kohle ist bei Besprechung der chemischen Zusammensetzung der Kohle schon näher eingegangen (S. 13).

Eine weitere unangenehme Eigenschaft des Schwefelkieses ist die, sich in Berührung mit Luft sehr leicht zu Eisenvitriol zu zersetzen, wobei Wärme gebildet wird, die zur Selbstentzündung der Kohle in der Grube und auf Halden führen kann.

Als Zersetzungsprodukt des Schwefelkieses blüht in den Braunkohlenlagerstätten der Niederlausitz[1]) Eisenvitriol vielfach in Tagebauen aus.

Als Zersetzungsprodukt des Schwefelkieses findet man auch öfters gediegen Schwefel. In dem Tagebau der Grube Anna Mathilde bei Sedlitz (Niederlausitz) fand sich Schwefel oft in solchen Mengen, dass 1 kg Sand bis zu 120 g Schwefel enthielt, was für einen Kubikmeter Sand eine Menge von 360 kg Schwefel ausmacht.

Als weiteres Zersetzungsprodukt des Schwefelkieses sei auch Gips genannt. Durch Umwandlung in Gips wird der Schwefel des Schwefelkieses gleichzeitig unschädlich, da er bei der Verbrennung der Kohle mit in die Asche übergeht.

Obwohl Calciumsulfat ein gewöhnlicher Bestandteil vieler Grubenwässer ist, findet sich Gips dennoch nicht so häufig in Kohlenflözen, wie man annehmen sollte. Es ist dies eine Folge des Kochsalz- und Soda-Gehaltes vieler Grubenwässer. In ersterem Falle hält nämlich das Chlornatrium das Calciumsulfat in Lösung. Im zweiten Falle bildet sich Calciumkarbonat.

5. Das Versteinen der Flöze.

Durch allmähliche oder plötzliche Zunahme an anorganischem Material kann ein Flöz unabbauwürdig werden. Man sagt alsdann, das Flöz versteint. Dieses Versteinen kann primär, d. h. bei Ablagerung des Flözes bereits erfolgt sein, oder es ist sekundärer Natur. So können Mineralinfiltrationen, emporgedrungene Eruptivgesteine, ausgefüllte Erosionsfurchen und anderes eine sekundäre Versteinung herbeiführen.

[1]) K. Keilhack, Die geologischen Verhältnisse des Niederlausitzer Braunkohlengebietes. Grube Ilse, N.-L., 1913.



Im Folgenden seien einige Beispiele für **primäres Flözvertauben** angeführt. Dieses primäre Flözvertauben trifft man besonders in allochthonen Kohlenflözen oft an.

So finden wir im **Döhlener Steinkohlenbecken** (Sachsen) eine wohl primäre Flözvertaubung im Grubenrevier des dortigen Oppelschachtes. Die dortige Vertaubung nimmt eine Fläche von etwa 1 ha ein (Fig. 34).

Im einzelnen berichtet uns **Hausse**[1]) über dieses Vertauben etwa Folgendes:

Das mehrere Meter mächtige Hauptflöz wird plötzlich in seiner ganzen Mächtigkeit verändert. Schon in 6—8 m Entfernung vom Beginn der Versteinung an beträgt die Mächtigkeit der Flözschicht nur noch 0,28 m, bei 8—15 m nur noch 0,1 m und bei 15—17,5 m Entfernung nur noch 0,06 m. An diesem Punkte der geringsten Mächtigkeit muss die Schicht dann als schwärzliche, bituminöse Hornsteinlage bezeichnet werden. Von hier schwillt die Schicht allmählich wieder an und hat bei 26 m Entfernung bereits eine Mächtigkeit von 0,5 m, während das Flöz bei 60 m Entfernung die südliche Grenze der Vertaubung erreicht und von hier an in normaler Beschaffenheit ansteht.

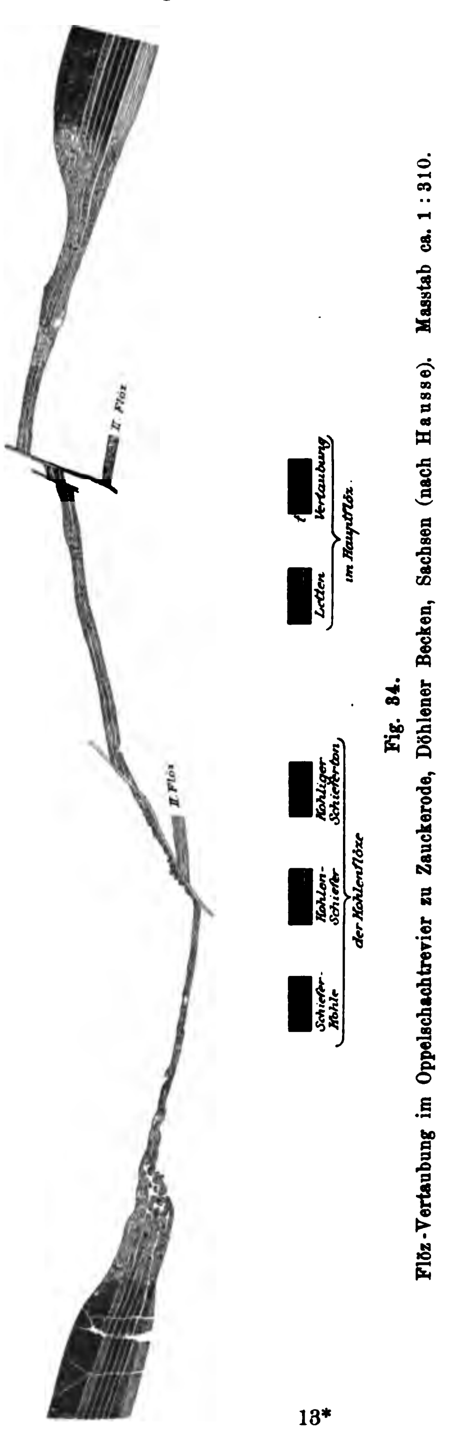


Fig. 34. Flöz-Vertaubung im Oppelschachtrevier zu Zauckerode, Döhlener Becken, Sachsen (nach Hausse). Masstab ca. 1 : 310.

[1]) R. Hausse, Profile durch das Steinkohlenbecken des Plauen'schen Grundes. Erl. z. geol. Spez.-K. v. Sachsen. Leipzig 1892.

Die petrographische Veränderung des Kohlenflözes bei dieser Vertaubung ist die folgende. Die Kohle verliert zunächst ihren Glanz und ihre Farbe. Sie wird hart und „brandig“. Dieser Übergang erfolgt ziemlich schnell, so dass bereits in 0,2 m vom Beginn der Vertaubung an ein schwärzlich-grauer, harter Brandschiefer vorliegt. Dieser geht dann weiter über in ein hellgelbes, kieselig-kalkiges Tongestein, welches feine Kohlenstreifen enthält. Darauf verwandelt sich die Schicht in ein hornsteinartiges Tongestein, in welchem die charakteristischen Lettenstreifen des Kohlenflözes noch erhalten sind. Die Lettenstreifen sind hier aber gleichfalls verkieselt und haben eine gewundene und wulstige Form. Diese Letten lassen sich bis 5 m vom Beginn der Vertaubung an noch nachweisen, obwohl sie hier in einer nur noch 0,6 m starken Schicht eingelagert sind.

Das Liegende des Flözes ist an der vertaubten Stelle ein hellgrauer Sandstein, das Hangende ein Schieferton, welcher über dem Flöz graugrün, über der vertaubten Stelle aber rot gefärbt ist. Auf die Bedeutung dieses Farbenwechsels ist an anderer Stelle näher hingewiesen (S. 144).

Die plötzliche Vertaubung des Flözes im Döhlener Becken ist unzweifelhaft eine primäre Erscheinung, wie schon aus dem Fortlaufen der charakteristischen Lettenlagen des Kohlenflözes in die Vertaubungszone hinein hervorgeht.

Derartige Flözvertaubungen lassen sich in kleinerem Masstabe noch an vielen Stellen des Döhlener Beckens nachweisen. Sie besitzen hier oft eine linsenförmige Gestalt. Eine Änderung in der Mächtigkeit ist an solchen Stellen nicht beobachtet. Die Kohlen gehen vielmehr in ihrem Streichen allmählich in unreine Kohlen und minderwertige Brandschiefer über.

Beispiele für ein Versteinen von Flözen liefert auch das Kohlenvorkommen von Stockheim in Bayern, welches nach Ansicht von Krusch[1]) ebenfalls allochthoner und zwar vielleicht sogar sekundär allochthoner Entstehung ist. Es besteht hier ein wesentlicher Unterschied zwischen der Verbreitung der Flözplatte und der Verbreitung des Steinkohlenflözes selbst. Das Flöz geht nämlich ganz allmählich in Schiefer über. Dieser Übergang wird dadurch eingeleitet, dass die Kohle immer aschenreicher wird und schliesslich nur noch aus dunklem Schieferton besteht. Der durchschnittliche Aschengehalt der in den Jahren 1909/1910 in Stockheim geförderten Kohle betrug 32,86 Prozent.

---

[1]) P. Krusch, Über die Genesis des Stockheimer Steinkohlenflözes. „Glückauf!“ 1911. S. 1593ff.



Aus England beschreibt A. Strahan[1]) eine eigenartige Flözvertaubung (Fig. 35). Das „Seven Feet"-Flöz der Wirral-Grube im Parkgate Kohlenfelde war ca. 1,20 m mächtig und bis 1600 m vom dortigen Schachte I entfernt von guter Beschaffenheit. In der genannten Entfernung wurde alsdann das Flöz von einer Verwerfung abgeschnitten,

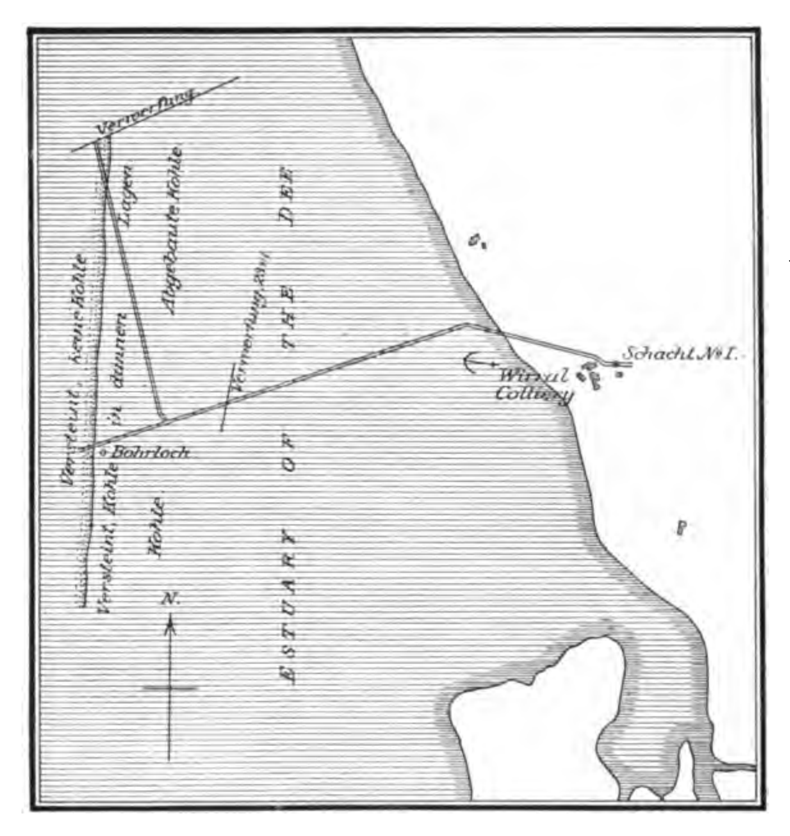


Fig. 35.
Plan der unter dem Meere bauenden Wirral Colliery, Neston (nach Strahan).
Erläuterung im umstehenden Profile.

hinter welcher das Flöz auch anfangs noch ziemlich gut war. Einige Meter weiter aber traten bereits steinige Lagen eines pisolithischen Dolomites im Flöz auf. Einige dieser Lagen wurden auf Kosten der Kohle immer mächtiger und etwa 250 m vom Beginn dieser Versteinung an

[1]) Aubrey Strahan, On the passage of a seam of coal into a seam of Dolomite. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1901. Vol. 57. S. 297 ff.



verschwand die letzte Spur abbauwürdiger Kohle. Die Kohle trat alsdann nicht wieder auf, obwohl man die Strecke noch 56 m weiter getrieben hatte. Hangendes und Liegendes ging hierbei unverändert über das taube Flöz hinweg. Nur die Farbe des Hangenden wurde über der Vertaubung rot (s. S. 144).

Die steinigen Lagen des Flözes der Wirral-Grube erwiesen sich als hart und dunkel. An der Luft wurden sie durch Verwitterung (Oxydation) bald grau. Chemisch bestanden sie aus Dolomit. Sie sind nach Strahan nicht durch eine Auswaschung des Kohlenflözes entstanden, denn alle Erosionserscheinungen fehlen am Kohlenflöz. Auch enthält

W.S.W. O.N.O.

Meeres-Spiegel

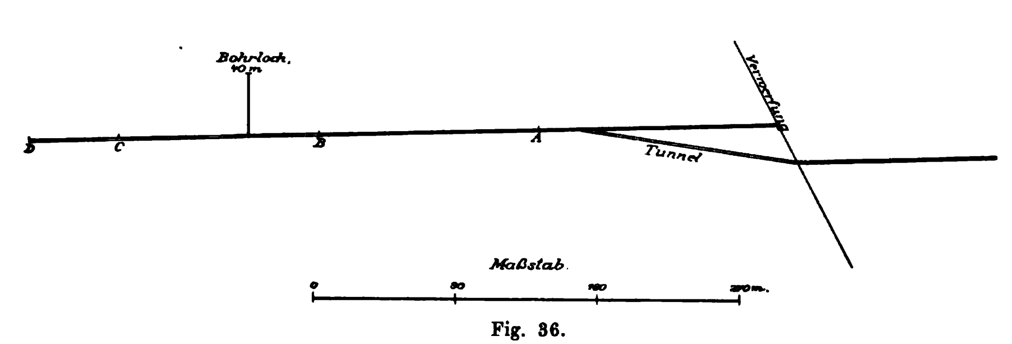


Fig. 36.

Profil des unter dem Meere lagernden Kohlenflözes der Wirral Colliery, Neston (nach Strahan). Die Kohle war an der Verwerfung 1,20 m mächtig und gut. Von A bis B erschienen dünne Lagen (3—15 cm) eines dunklen Gesteines in der Kohle. Von B bis C nahm die Mächtigkeit dieses Gesteines zu, die der Kohle ab, so dass bei C keine Kohle mehr vorhanden war. Von C bis D war nur noch brauner Dolomit (1 m) und keine Kohle mehr vorhanden.

die Versteinung kein mechanisch abgesetztes Sediment, wie man es in Erosionsrillen als Sand, Ton usw. findet. Der Dolomit ist daher nach Strahan der Absatz eines ruhigen Wassers, der gleichzeitig mit dem Absatz der Kohle erfolgte, die Strahan für allochthon hält.

6. Der Einfluss verschiedener Faktoren auf die Qualität der Kohle im Flöz.

Durch den allmählich verlaufenden Prozess der Inkohlung wird Holz und Torf in Braunkohle, diese in Steinkohle und Steinkohle in Anthrazit verwandelt. Bei diesem Prozesse reichert sich der Kohlenstoffgehalt immer mehr an, während Wasserstoff und Sauerstoff ab-

nehmen. Auf alle diese Vorgänge ist bei Besprechung der Kohle als Gestein schon näher eingegangen.

a) Die Zeit.

In früheren Zeiten war man geneigt, als Agens der fortschreitenden Inkohlung vor allem die Zeit zu nennen. Je älter die Kohle war, desto kohlenstoffreicher sollte sie sein, je jünger sie war, desto kohlenstoffärmer. Bei ungestörter Lagerung und unter sonst gleichen Bedingungen besteht diese Anschauung auch heute noch zurecht. Braunkohlen gehören im allgemeinen den jüngeren Formationen, Steinkohlen den älteren an.

Der Vorgang der Inkohlung kann jedoch durch zahlreiche andere Faktoren beschleunigt werden. Infolgedessen findet man zahlreiche Ausnahmen von der eben genannten Regel. So kennt man pleistocäne Torfe bei Honerdingen in Lüneburg, welche braunkohlenähnlich sind. Umgekehrt kennt man tertiäre Kohlen, die noch Torfcharakter besitzen. Ferner gibt es Tertiärkohlen, welche steinkohlenähnlich sind (z. B. Japan), und Carbonkohlen (Tula), welche Braunkohlencharakter zeigen.

Hieraus ersieht man, dass die Zeit nicht immer allein den Charakter der Kohle bestimmt. Es kommen vielmehr oft auch noch andere Kräfte bei den Inkohlungsvorgängen in Betracht. Durch deren Einsetzen können Kohlen desselben Alters verschiedene Eigenschaften erhalten und Kohlen von derselben Eigenschaft verschiedenes Alter besitzen.

Der Amerikaner Campbell betrachtet den ganzen Umwandlungsprozess der Kohle von Lignit bis Anthrazit als einen Prozess fraktionierter Destillation, zu dem vor allem Hitze nötig ist. Diese Hitze kann lokal mit grosser Intensität durch Eruptivgesteine zugeführt sein oder sie kann kaum wahrnehmbar durch die Länge der Zeit ersetzt sein. In letzterem Falle kann der Prozess verzögert oder beschleunigt werden durch die Beschaffenheit des Deckgebirges, indem dieses den freiwerdenden Gasen ein Entweichen ermöglichte oder sie zurückhielt. Ein Entweichen der Gase konnte stattfinden bei genügender Porosität des Deckgebirges und bei reichlicher Spaltenbildung. Für grössere Kohlenmassen dürfte praktisch nur Spaltenbildung als Entgasungskanal gedient haben. Man findet daher in zerklüftetem und zersprungenem Gebirge die Kohle auch kohlenstoffreicher (magerer) als in ungestörten Ablagerungen.

Für diese Erscheinungen seien einige Beispiele angeführt:

b) Der Einfluss der Überlagerung.

(Hilt'sches Gesetz.)

In den meisten grossen Kohlenbecken nimmt der Gasgehalt der Flöze vom Liegenden zum Hangenden zu, der Kohlenstoffgehalt ab (Hilt'sches Gesetz).

So zeigen die Flöze des Saarkohlenbeckens nach Dannenberg im Durchschnitt folgende Kohlenstoffgehalte:

1. Hangender Flözzug . . . . . 77,81 Prozent.
2. Hangende Flammkohlengruppe . . 79,32 „
3. Liegende „ . . 81,16 „
4. Liegender Flözzug . . . . . . 84,72 „

Diese angeführten Zahlen sind reine Durchschnittszahlen. Im einzelnen kann es vorkommen, dass ein höher liegendes Flöz einen etwas höheren Kohlenstoffgehalt hat als ein tiefer liegendes Flöz. Auch in demselben Flöz kann der Kohlenstoffgehalt Schwankungen ausgesetzt sein. Diese ersieht man sehr deutlich aus einer Zusammenstellung der Maxima und Minima des Kohlenstoffgehaltes derselben Flöze, von denen eben die Mittelwerte angegeben waren. Die betreffenden Zahlen lauten nach Dannenberg:

	C %	H %
1. Hangender Zug (Magerkohle[1]) . . .	77,12—78,92	5,18—4,90
2. Hangende Flammkohle	76,02—82,68	5,82—4,49
3. Liegende „	77,22—87,54	5,83—4,83
4. Liegender Flözzug	78,36—87,26	5,87—4,74

Gleichzeitig mit dem Kohlenstoffgehalt nimmt auch der Heizeffekt ab.

Im Liegenden Flözzug des Saarbeckens betrug derselbe im Mittel 8429 W.-E. (schwankend zwischen 8053 und 8786 W.-E.).

In der unteren Flammkohle betrug er 8040 W.-E. (zwischen 7595 und 8265 W.-E.), in der oberen Flammkohle 7813 W.-E. (7309 bis 8261 W.-E.) und im hangenden Flözzug 7605 W.-E. (7561 bis 7824 W.-E.).

[1]) Die Bezeichnung „Magerkohle" im Saarkohlenbecken ist irreführend, insofern sie keine kohlenstoffreiche anthrazitähnliche Kohle wie in Westfalen ist (nach Dannenberg).



In Westfalen hat man auf Grund derselben Erscheinung die produktiven Schichten eingeteilt in (von oben nach unten):

Gasflammkohlen,
Gaskohlen,
Fettkohlen,
Magerkohlen.

Wie aus der folgenden Tabelle[1]) ersichtlich ist, sinkt hier der Gasgehalt von oben nach unten, während Kohlenstoffgehalt, Koksausbringen und Wärmeeinheit zunimmt.

Zusammenstellung der Eigenschaften, welche die verschiedenen Flözgruppen Westfalens zeigen.

Gruppen	Magerkohlen	Fettkohlen	Gaskohlen	Gasflammkohlen
Gasgehalt	5—20 %	20—33 %	33—37 %	37—45 %
Kohlenstoffgehalt	90—98 %	85—90 %	83—85 %	78—80 %
Koksbeschaffenheit	pulverförmig bis gesintert	starkgebläht silberglänzend	schwach gebacken, schwärzlich	gesintert bis pulverig
Koksausbringen	78—98 %	67—78 %	62—67 %	55—62 %
Wärmeeinheiten	8800—9200	8100—8800	7700—8100	7400—7700
Leitflöze	Hauptflöz u. Mausegatt.	Sonnenschein u. Katharina	Zollverein	Bismarck
Hauptverwendungszweck	Hausbrand u. Industrie, Feinkohlen für Brikettfabrikation	Industrie, Feinkohlen zur Koksherstellung	Gasfabrikation	Industrie und Hausbrand

Die bei den Flözgruppen Westfalens sichtbare Abnahme des Gasgehaltes und Zunahme des Kohlenstoffgehaltes von oben nach unten lässt sich auch in vielen anderen Kohlenbecken nachweisen, wie z. B. in Belgien und Nordfrankreich. Es scheint dieses, man könnte beinahe sagen „Gesetz“, daher nicht auf primäre Bildungsverschiedenheiten zurückzuführen zu sein, sondern in erster Linie auf Druck- und Temperaturdifferenzen während der Inkohlung zu beruhen. Druck und Temperatur wirkten hierbei stärker auf die tiefer gelegenen Flöze ein, so dass diese

[1]) Nach P. Kukuk und L. Mintrop, Rechtsrheinisch-westfälischer Steinkohlenbezirk in „The Coal Resources of the World“. Toronto 1913. S. 879.



im Inkohlungsprozess schneller fortschritten als die höher gelegenen Flöze desselben Beckens. Durch tektonische Vorgänge können alsdann später die Flöze aus ihren Tiefenlagen wieder emporrücken und hier durch Verwerfungen neben weniger stark veränderte Flöze zu liegen kommen. Die Inkohlungsdifferenzen, wie sie sich im Hilt'schen Gesetz ausdrücken, sind wahrscheinlich in recht grossen Tiefen entstanden.

Ausser der Masse der überlagernden Schichten hat bisweilen auch der petrographische Charakter des Hangenden der Flöze einen Einfluss auf die Beschaffenheit der Kohle ausgeübt.

So ist bei Obernkirchen in Bückeburg das dortige Kohlenflöz entgast und nicht verkokbar, sobald poröser Sandstein Hangendes ist, durch den Gase entweichen konnten. An Stellen, wo Wealdenton das Flöz bedeckt, ist dasselbe aber gasreich und verkokbar. Es treten an diesen letzteren Stellen zugleich Schlagwetter auf, die charakterisiert sind durch einen Gehalt an schweren Kohlenstoffen (namentlich von Aethan C_2H_6 bis 38 Prozent des Gehaltes an Kohlenwasserstoffen).

Auch im Aachener Steinkohlenrevier kann man eine derartige Abhängigkeit von den Deckschichten feststellen. In abgesunkenen und stark bedeckten Teilen ist die Kohle hier fett, in höher liegenden und weniger bedeckten aber entgast und daher mager.

c) Der Einfluss von Faltung und Verwerfung.

Dynamische Vorgänge haben auf den Inkohlungsprozess oft einen grossen Einfluss ausgeübt. So sind ungestörte, möglichst noch horizontal gelagerte Teile von Flözen stets gasreicher als gestörte Partien. Durch Spaltenbildung sind eben die Flöze entgast. Anderseits wirken Faltungserscheinungen durch Druck und Wärme ebenfalls fördernd auf die Inkohlung ein. Diese Erscheinungen seien durch einige Beispiele erläutert:

Im rheinisch-westfälischen Becken hat man beobachtet, dass der Gasgehalt der Kohle von Westen nach Osten allmählich zunimmt. Hierdurch geht die normale Magerkohle-(Sand-)Kohle nach Osten zu in eine Art Flammkohle (Sinterkohle) über. Da die grösseren Störungen des westfälischen Kohlenbeckens im Westen auftreten, so dürften diese Störungen im Westen eine Entgasung herbeigeführt haben.

Die Piesbergkohle bei Osnabrück in Westfalen zeigt trotz ihres hohen stratigraphischen Niveaus anthrazitischen Charakter (96,14—97,77 Prozent C.). Es lässt sich dies nur durch die dortigen stark gestörten Lagerungsverhältnisse und durch den Mangel eines abschliessenden Deckgebirges erklären.



Bei Kleinrosseln[1]) im Saarkohlenbecken verliert die dortige Fettkohle infolge tektonischer Störungen an Koksausbringen und Backfähigkeit.

In dem tektonisch stark gestörten und zickzackartig gespalteten Wurmrevier[2]) bei Aachen ist die Kohle eine vorzügliche Magerkohle von anthrazitischem Habitus, während die etwa dem gleichen Niveau angehörende Kohle der Eschweiler Aussenwerke gasreicher ist. Der Unterschied ist auch hier auf die Wirkung des bei der Faltung ausgeübten Gebirgsdruckes und auf den Mangel eines mächtigeren Deckgebirges (Entgasung) zurückzuführen.

Bei den in den bayerischen Voralpen[3]) liegenden oligozänen Braunkohlen kann man ebenfalls Beziehungen zwischen Grad der Inkohlung und Grösse der Schichtenstörung beobachten. Der Inkohlungsprozess ist in den südlichen Kohlenfeldern des Gebietes am weitesten und in den nördlichsten am wenigsten fortgeschritten. So besitzt die Echelsbacher Kohle im Süden des westlichen Reviers fast 7000 Kalorien, die Peissenberger im Norden jedoch nur 5500 Kalorien. Zwischengebiete weisen Mittelwerte auf.

Ebenso zeigen auch die miocänen Braunkohlen Bayerns in ihrer Qualität eine Abhängigkeit vom Gebirgsbau. Nach dem Alpenrand hin, z. B. bei Kaufbeuren haben sie eine ähnliche Beschaffenheit wie die oligocäne Pechkohle. In den nördlicheren Gegenden (Kempten, Regensburg, Passau) besitzen sie aber ganz den Charakter gewöhnlicher Braunkohlen. —

In den österreichischen Alpenländern zeigen unter anderem die Braunkohlen der oligocänen Sotzkaschichten[4]) (zwischen Drau und Save) Veränderungen durch Gebirgsdruck. So hat diese Kohle im Trifailer Reviere 69 % C, 5 % H und 25 % O + N, sowie 4100 Kalorien. Sie ist schwarz bis braunschwarz und hat meist muscheligen Bruch. Der stärker gestörte nördlichere Muldenzug enthält in denselben Flözen vorwiegend Glanzkohlen mit 5400 Kalorien (z. B. Buchberg). Die Kohle von Ganobitz schliesslich kann bereits als Steinkohle bezeichnet werden, da sie die Donath'sche Lignitreaktion nicht mehr gibt. Sie ist kokbar, hat 6000 Kalorien, 84,2 % C, 4,7 % H und 8,2 % O + N. Noch höher

[1]) Liebheim, Beiträge zur Kenntnis des lothringischen Kohlengebirges. Strassburg 1900.

[2]) Der Bergbau auf der linken Seite des Niederrheins. Berlin 1910. III. Teil. S. 22.

[3]) Handbuch für den deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 65 ff.

[4]) W. Petrascheck, Die Kohlenvorräte Österreichs. The Coal Resources of the World. Toronto 1913. Vol. III. S. 1027.



ist das Koksausbringen der Kohle von Schega. Dieselbe besitzt 7700 Kalorien, 83 % C, 4,6 % H und 8,7 % O + N.

Die Kohle des Kohlenflözes von Creusot[1]) in Frankreich geht aus einer fetten Kohle plötzlich in Anthrazit über. Es fällt dieser Übergang mit einer Bruchzone zusammen. Am entgegengesetzten Rande desselben Beckens ist die Kohle eine halbfette und langflammige Magerkohle (bei Montceau-les-Mines); 1500 m hiervon entfernt wird das Flöz mager und ein wenig anthrazitisch; noch 2000 m weiter, bei Theurrée-Maillot besteht das ganze Flöz aus Anthrazit. Es handelt sich hierbei um Flöze von 12—15 m Mächtigkeit.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika ist dieselbe Kohle auf Rhode Island graphitisch, in Pennsylvanien anthrazitisch und weiter westlich bituminös. Nach Campbell[2]) ist die Verschiedenheit auf das Vorhandensein von Sprüngen zurückzuführen, da durch dieselbe die Kohle entgast und so kohlenstoffreicher werden konnte. Denn es sind die Sprünge am zahlreichsten in Rhode Island, etwas weniger häufig in Pennsylvanien und fast unbekannt westlich hiervon im Gebiete der gasreichen Kohle.

Im Dakota-Kohlenfeld[3]) steigt der Kohlenstoffgehalt der Kohle mit der Annäherung an die Black Hills, weil hier Sprünge und Störungen zunehmen. Die Kohle geht hierbei von brauner Braunkohle (brown lignite) in schwarze bituminöse Kohle (bituminous coal) über. Innerhalb der Rocky Mountains wird dieselbe Kohle anthrazitisch und sogar graphitisch. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Big Horn Mountains, wo braune Braunkohle schwarz wird.

d) Der Einfluss der Eruptivgesteine.

Umwandlungen von Kohle durch die Hitze von Eruptivgesteinen sind öfters beobachtet und beschrieben. Durch Eruptivgesteine kann Braunkohle und Steinkohle lokal in Anthrazit, Koks und sogar Graphit verwandelt werden.

Als das klassischste Beispiel für die Veränderungen der Kohle an Eruptivkontakten dürfte das Braunkohlenlager am Meisner[4]) in Niederhessen zu nennen sein. Dasselbe ist ebenso wie die benach-

---

[1]) A. Burat, Les houillères de la France en 1866. Paris 1867. S. 92.

[2]) M. R. Campbell, Hypothesis to Account for the Transformation of Vegetable Matter into the Different Varieties of Coal. Economic Geology. Vol. I. 1906. S. 26ff.

[3]) D. White, Some problems of the formation of coal. Econ. Geology. III. S. 314. 1908.

[4]) In der ausländischen Literatur oft verwechselt mit Meissen in Sachsen.



barten Lagerstätten am Hirschberg und am Stellberg von A. Uthemann[1]) beschrieben worden. Den Ausführungen von Uthemann sei das Folgende entnommen:

Am Meisner, Hirschberg und Stellberg in Niederhessen lagern auf triassischen Schichten (Muschelkalk und Buntsandstein) tertiäre Sedimente. Diesen tertiären Sedimenten sind Braunkohlenflöze von verschiedener Mächtigkeit (bis 30 m) eingelagert. Jünger als diese Braunkohlenflöze sind tertiäre Feldspatbasalte. Am Kontakte mit diesen Basalten hat das Braunkohlenflöz alsdann die gleich näher zu besprechenden Umwandlungen erlitten.

Die Berührung der Braunkohle mit den einst glutflüssigen Basaltmassen ist bei den drei genannten niederhessischen Vorkommen nicht in gleicher, sondern in etwas verschiedener Weise erfolgt. Am Meisner hat sich Basalt direkt über Braunkohle ergossen, und das Lager von oben nach unten verändert (Fig. 37). Am Stellberg sind Lagergänge von Basalt ins Liegende der Kohle eingedrungen und haben dieselbe hier von unten nach oben verwandelt (Fig. 38) und am Hirschberg hat ein mächtiger Basaltgang das Braunkohlenlager durchstossen und rechts und links die Kohle verändert.

Die Intensität der Umwandlung nimmt bei allen diesen Vorkommen mit der Entfernung vom Eruptivkontakte ab. Die Grösse der Veränderung hängt hierbei ab von der Einwirkung der Hitze und von der Möglichkeit eines Entweichens der entstehenden Gase (Destillate). Ferner auch von der Beschaffenheit der schon vorliegenden Kohle.

Die Ausdehnung der Umwandlungszone hängt in erster Linie von der entwickelten Wärme ab. Am Meisner hat der ursprünglich wohl 300 m mächtige Basalterguss das unterlagernde bis 30 m mächtige Braunkohlenflöz nur 2—5,5 m abwärts verändert, so dass in tieferen Niveaus noch eine vollkommen normale Braunkohle zu finden ist. Als Grund für diese Beschränktheit der Umwandlung führte Uthemann wohl mit Recht an, dass das Liegende des Basaltergusses entsprechend den heutigen Lavaströmen zuerst schnell erstarrte und dann als schlechter Wärmeleiter eine weitere intensive Hitzewirkung der noch glutflüssigen höher gelegenen Basaltmassen verhinderte.

Viel weitgehender sind die Kontaktwirkungen bei den beiden anderen Lagerstätten. So sind am Hirschberg die Kohlen bis zu einer Erstreckung von 40 m zu jeder Seite des 75—125 m mächtigen Basalt-

[1]) A. Uthemann, Die Braunkohlen-Lagerstätten am Meisner, am Hirschberg und am Stellberg. Abhdlg. d. kgl preuss. geol. L.-A. Heft 7. Berlin 1892.



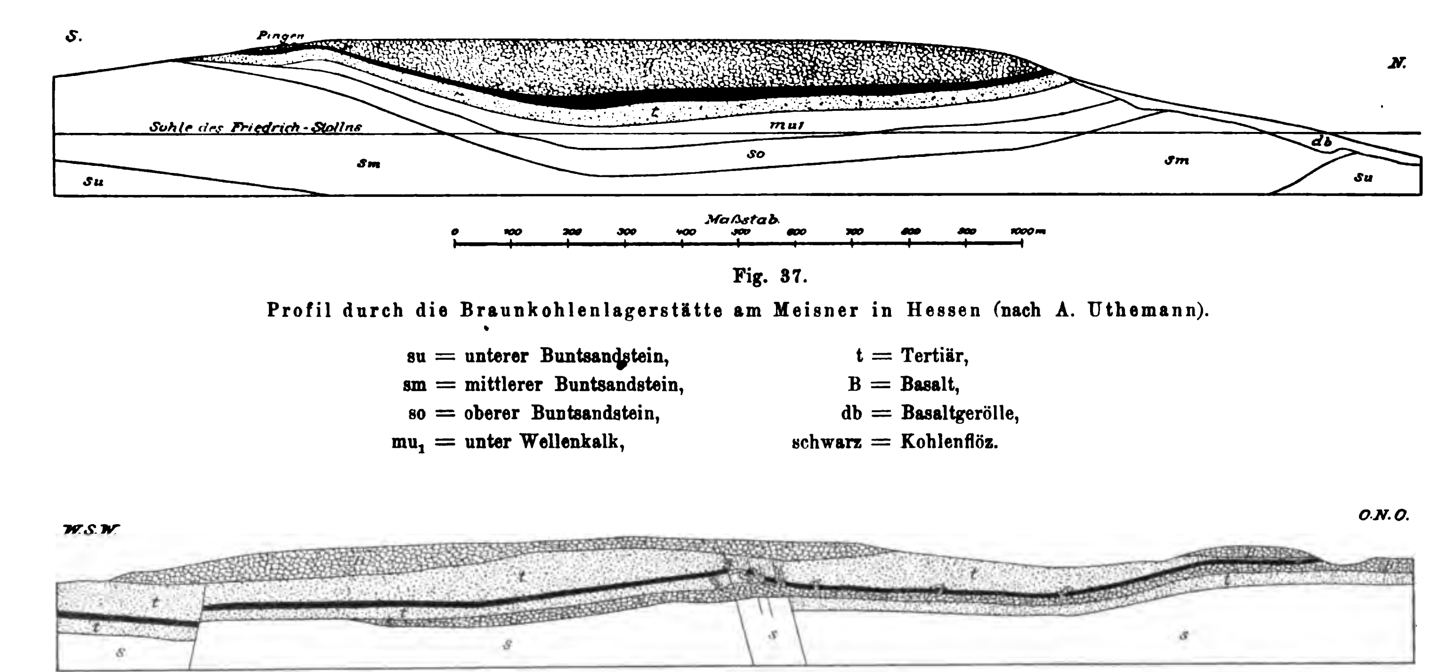


Fig. 37.

Profil durch die Braunkohlenlagerstätte am Meisner in Hessen (nach A. Uthemann).

su = unterer Buntsandstein, t = Tertiär,
sm = mittlerer Buntsandstein, B = Basalt,
so = oberer Buntsandstein, db = Basaltgerölle,
mu_1 = unter Wellenkalk, schwarz = Kohlenflöz.

Fig. 38.

Profil durch die Braunkohlenlagerstätte am Stellberg in Hessen (nach Uthemann).

s = Buntsandstein, t = Tertiär (Sande und Tone), B = Basalt, schwarz = Kohlenflöz.
Der Basalt lagert teilweise als Lagergang unter dem Kohlenflöz.

ganges umgewandelt. In diesem Basaltschlote wurden eben immer neue Magmamassen einst nachgeschoben, welche die Bildung seitlicher Erstarrungskrusten verhinderten und fortwährend neue Wärme ans Nebengestein abgaben. Hierdurch ist die grosse Ausdehnung der Kontaktwirkung zu beiden Seiten dieses Basaltganges zu erklären.

Am Stellberg schliesslich hat das 8—12 m mächtige Intrusivlager das dort 5 m mächtige Kohlenflöz auf 3—3,5 m umgewandelt.

Die Kontaktfläche zwischen Kohle und Basalt und damit die Veredlungszone der Kohle ist aber am Meisner und am Stellberg am ausgedehntesten und am Hirschberg am geringsten.

Bei der Veränderung, welche die Kohle durch einen Eruptivkontakt erleidet, kann man zwei Produkte unterscheiden, die schrittweise ineinander übergehen. Die rotbraune, poröse Braunkohle wird in der Richtung zum Eruptivkontakte hin dichter, wasserärmer und schwerer. Gleichzeitig wird sie dunkler, schwarzbraun bis schwarz, und hat daher lokal den Namen „Schwarzkohle" erhalten. Ihre Struktur ist im allgemeinen aber noch die der Braunkohle. Weiter zum Kontakte hin verändert sich die Kohle immer mehr und es entsteht jetzt eine metamorphosierte Kohle von veränderter Struktur. Neue Absonderungsflächen senkrecht zum Kontakte treten auf und werden immer häufiger. Schliesslich scheiden sich einzelne Individuen aus und in der Nähe des Basaltes zerfällt die bis dahin zusammenhängende Kohle in einzelne Stücke, in die sog. Stangenkohle. Letztere Kohlenart bezeichnet alsdann das Extrem der Umwandlung und ist nach Uthemann „gleich dem Steinkohlenkoks, als Erstarrungsprodukt einer teigigflüssigen Masse anzusehen". Die einzelnen Stangen dieser am meisten veränderten Kohle haben einen Durchmesser von wenigen Millimetern bis zu 2 und mehr Zentimetern. Sie zeigen im kleinen das Bild einer Basaltsäulengruppe. Stellenweise liegen sie als gerade Säulen dicht nebeneinander. An anderen Stellen sind sie unter dem Drucke des Basaltes gekrümmt. Mit der Annäherung zum Basalt nimmt der Durchmesser der einzelnen Stangen im allgemeinen ab.

Über die sonstigen schon äusserlich sichtbaren Veränderungen dieser Kohlen sagt Uthemann: „An Stelle des erdigen Äusseren der Braun- und Schwarzkohlen tritt ein mehr mineralischer, metallartiger oder schlackiger, selten steinkohlen-ähnlicher oder anthrazitischer Habitus. Die Farbe wird braunschwarz oder blauschwarz bis tiefschwarz, der Bruch muschelig bis splittrig; die Bruchstücke sind scharfkantig; auf den Bruchflächen zeigt sich ein mehr oder minder lebhafter Glanz; das spezifische Gewicht nimmt stetig zu; Festigkeit und Härte wachsen . . . . . Das Aus-

sehen der Stangenkohle ist verschieden, bald matt anthrazitisch oder graphitähnlich, bald metallisch-glänzend. Selten finden sich inmitten der bröckeligen Stangenkohlen grössere feste Stücke von schlackigem Aussehen. Der Bruch der Stangenkohle ist kleinmuschelig; auf den Bruchflächen erscheint bisweilen die sog. Augenstruktur."

Als besondere Erscheinungen führt Uthemann aus diesen veränderten Kohlenlagern noch Folgendes an. An vielen Stellen finden sich parallel der Schichtung streifenförmige Partien einer dunklen, glänzenden Kohle, welche man als Pechkohle bezeichnen kann. Am Lichte entzündet sich diese Kohle und brennt mit russender Flamme. Diese Pechkohle besteht aus Holzmaterial, dessen Struktur noch deutlich zu erkennen ist. Die Streifen sind im allgemeinen ähnlich den Glanzkohlenpartien der palaeozoïschen Streifenkohle. Vereinzelt wurde am Hirschberge auch eine vollkommen blasige Pechkohle mit unverkennbaren Schmelzungserscheinungen gefunden.

Am Meissner findet man als Übergang zwischen Pechkohle und Stangenkohle eine tiefschwarze Glanzkohle, welche einen glasigen, obsidianähnlichen Habitus besitzt. „Das Auftreten von geflossener Struktur lässt auf einen ehemalig teigartigen glutflüssigen Zustand schliessen, der mit der Nähe des Basaltergusses zusammenhängt."

Über die chemischen Veränderungen, welche die Kohle des Meisner am Eruptivkontakte erlitten hat, geben einige Analysen von A. von Lasaulx und Moesta[1]) Auskunft:

	I.	II.	III.	IV.
C	80,40	78,14	62,20	59,92
H	3,30	3,73	5,28	5,66

I. = Kohle nahe vom Eruptivkontakte, anthrazitähnlich, metallglänzend, muscheliger Bruch.
II. = Glänzende Stangenkohle.
III. = Glanzkohle (weiter vom Kontakt entfernt).
IV. = Unveränderte Braunkohle.

Schöne Kontakterscheinungen findet man auch im Biliner Revier des nordböhmischen Braunkohlenbeckens. Weisse Lettengänge von verschiedener aber immer mehrere Meter betragender Mächtigkeit durchsetzen hier die Braunkohle. Rechts und links von diesen Lettengängen ist die anliegende Kohle kontaktmetamorph beeinflusst. Diese Letten-

[1]) A. v. Lasaulx, Pogg. Ann. 141, 145, 1870. — Moesta, Geol. Schilderung der Gegend zwischen Meissner und Hirschberg. Marburg 1867.



gänge sind nach Untersuchungen von Pelikan[1]) zersetzte Eruptivgänge, vermutlich von Quarztrachyt. Die Kohle ist derart umgewandelt, dass sie in der Richtung zum Kontakte mit dem Eruptivgestein hin immer kohlenstoffreicher wird, wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist:

Analysen von Kohlen des Emeranschachtes.

Kohlensorte	Hygroskopisches Wasser	Asche	C	Kalorien
Braunkohle	26,17	2,96	52,35	4676,9
„	25,33	2,63	51,56	4832,0
Glanzkohle	14,48	3,19	60,47	5441,7
„	14,66	2,67	60,80	5389,1
„	13,96	3,23	72,40	5845,0
„	3,0	? 5,00	— ?	5106,0
Kokskohle	3,61	3,56	76,06	7073,4

Äusserlich wird die Kohle in der Nähe der Lettengänge schwarz, bröckelig, zuweilen stark abfärbend und mehr oder weniger anthrazitisch glänzend. Die Intensität der Umwandlung ist am Salband der Lettengänge am stärksten, bald aber an der rechten Seite, bald an der linken bedeutender. Eine derartige Ungleichheit der Kontakteinwirkung wird auch in anderen Revieren beobachtet.

Ausser Kontakterscheinungen rechts und links der Lettengänge zeigen auch die oberen Partien des dortigen Braunkohlenflözes an vielen Stellen noch Kontaktveränderungen, die nach der Tiefe zu abnehmen, so dass die tieferen Teile des Flözes nicht verändert sind. Man schliesst hieraus, dass die Braunkohle bei Bilin früher auch von einem Eruptivgestein überlagert wurde, das heute durch Erosion verschwunden ist. —

Auch in Steinkohlenlagern kennt man solche Veränderungen durch Eruptivgesteine. So bedeckt im Saarkohlenbecken ein 5 m mächtiger Lagergang von Melaphyr das Flöz 7 der Rothellgruppe (bei St. Ingbert). Das Flöz ist durch diese Bedeckung in eine kokartige Substanz umgewandelt. Das Vorkommen lässt sich auf eine streichende Länge von 10 km verfolgen (von Dudweiler bis Heinitz). Das betreffende Melaphyrlager dient gleichzeitig als Leitschicht. —

[1]) A. Pelikan, Über ein Ganggestein aus dem Biliner Braunkohlenreviere und die durch dasselbe hervorgerufenen Kontakterscheinungen. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. XLV. Bd. 1895. S. 255 ff.

Im niederschlesischen Steinkohlenrevier kann man auf der dortigen Fuchsgrube den verschiedenen Einfluss zweier verschiedener Eruptivgesteine auf ein und dasselbe Flöz studieren. Nach F. Ebeling[1]) wird eines der dortigen tiefsten Flöze von einem prophyrartigen Gestein als Lagergang überlagert. Die Kohle ist hierbei zum weitaus grössten Teile, bis zu zwei Drittel der Flözmächtigkeit durch die Kontaktwirkung des Porphyres verkokt und in einen stengeligen Anthrazit umgewandelt. An einer anderen Stelle derselben Grube wird dasselbe Flöz (Fixsternflöz) von einem anderen Eruptivgestein überlagert. Hier ist eine stengelige Absonderung der Kohle aber nirgends zu sehen. Dathe[2]) führt diese verschiedene Einwirkung der Eruptivgesteine auf eine verschiedene Zusammensetzung der Eruptivmagmen zurück. Nach unserer Anschauung dürfte es sich aber wohl nur um verschieden grosse Wärmezuführung gehandelt haben. —

Als extremste Umwandlung einer Kohle durch Kontaktmetamorphose kann die Umwandlung in Graphit bezeichnet werden. Auf diese Erscheinung ist bei Besprechung der Graphitlagerstätten im ersten Bande unseres Werkes[3]) bereits näher eingegangen.

Es seien hier nur kurz einige der dort angeführten Beispiele wiederholt:

Bei Cumnock in Ayrshire (Grossbritannien) sind Übergänge zwischen Graphit und Anthrazit vielfach vorhanden. Graphit wird in der dortigen Lagerstätte öfter von Kohle und Kohle von Graphit umschlossen. Das Ganze lagert zwischen eruptivem Grünstein.

Bei Karsuarsuk in Grönland sind oberkretazeïsche Kohlenflöze durch ein Peridotitmagma in Graphit zum Teil umgewandelt. Übergänge zwischen kohliger Substanz und Graphit sind in der Nähe des Eruptivkontaktes überall zu finden.

In der Provinz Nagato in Japan sind rhaetische Kohlenflöze durch Quarzdiorit in Graphit verwandelt.

Im Staate Sonora in Mexiko sind in Sandstein eingebettete Kohlenflöze durch Granitkontakte zu Graphitflözen geworden.

Auch die Graphitvorkommen des Alt-Bopple in Queensland sind durch Eruptivkontakte aus Kohle entstanden. Der Graphit ist hier mit Anthrazit vermengt.

---

[1]) F. Ebeling, Das produktive Carbon Niederschlesiens. In Festschrift zum XII. allg. deutschen Bergmannstage in Breslau. Bd. I. 1913.

[2]) Dathe, Salzbrunn. S. 130.

[3]) O. Stutzer, Die wichtigsten Lagerstätten der „Nichterze". I. Teil. Graphit, Diamant, Schwefel, Phosphat. Berlin 1911.



Die Zahl dieser Beispiele lässt sich an der Hand der angegebenen Literatur leicht vermehren.

e) Der Einfluss chemischer Reaktionswärme.

Durch manche chemischen Reaktionen wird Wärme erzeugt, die im kleinen auch Kohlen verändern kann.

So erzeugt Oxydation des in den meisten Kohlenlagern mehr oder weniger vorhandenen Schwefelkieses eine grosse Wärmemenge, welche bisweilen auch zur Selbstentzündung von Kohle führt. In anderen Fällen wird durch chemische Reaktionswärme die Kohle nur in ihrem Charakter verändert, ohne dass eine Entzündung (wohl aus Sauerstoffmangel) eintritt. Für solche Veränderungen seien einige Beispiele angeführt.

Die Braunkohle der Gegend von Oberröblingen in Sachsen enthält 10 Partien verkokter Kohle (z. B. fiskalische Grube bei Langenbogen) und gleichzeitig reichliche Konkretionen von Markasit. W. Weissermel[1]) führt die Verkokung dieser Kohle wohl mit Recht auf die bei Zersetzung des Markasites freiwerdende Wärme zurück.

Ferner findet sich in den Braunkohlenablagerungen von Weissenfels und Zeitz stellenweise eine stängelige Glanzkohle. Dieselbe zeigt z. B. bei Schwöditz prismatische Absonderung von 4—8 mm Breite und 1 bis 2 cm Länge. Nach Zincken[2]) handelt es sich auch hier um eine Umwandlung der Braunkohle unter dem Einfluss der Zersetzungswärme eines Eisenkieslagers, welches in einer Mächtigkeit von 2—6 cm das Kohlenflöz mehr oder weniger horizontal durchzieht. —

Die Umwandlung, welche durch den Einfluss der Zersetzungswärme einzelner Mineralien in Kohlenflözen eintritt, ist natürlich nur ganz untergeordnet und ohne praktische Bedeutung für den Charakter der Kohlenflöze als ganze.

f) Der Einfluss des Wassers.

Indirekt kann auch durch Wasser die Qualität der Kohle eines Flözes verändert werden. So können reine Gewässer die Kohlenqualität verbessern, indem sie vorhandene Verunreinigungen lösen und entführen.

Auf eine derartige Reinigung der Kohle durch Auflösung und Fortführung anorganischer Bestandteile versucht Potonié die bisweilen beobachtete Abnahme des Aschengehaltes der Kohlen mit dem Ansteigen

---

[1]) Im Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 133.

[2]) Angeführt von M. Fiebelkorn, Die Braunkohlenablagerungen zwischen Weissenfels und Zeitz. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1895. S. 353 ff.

Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 112.

ihres Alters zurückzuführen. Man hat nämlich beobachtet, dass der Flachmoortorf stets weit mehr Asche enthält als Steinkohle. Bei letzterer müsste sich die Asche im Verlaufe der Zersetzung eigentlich durch Volumenverminderung der Kohle und durch Entweichen gasförmiger Bestandteile angereichert haben. Um diesen Widerspruch zu beheben, muss man eine allmähliche Entlaugung der angesammelten organischen Substanzen annehmen. So weist Potonié darauf hin, dass schon in Mooren solche Entlaugungen stattfinden. So sollen Leichen, die in Mooren liegen, die kalkigen Bestandteile ihrer Knochen verlieren, so dass sie ganz biegsam werden. —

Häufiger als eine Veredlung dürfte aber eine Verschlechterung der Kohle durch Wasser erfolgen. Unreine Gewässer enthalten zahlreiche anorganische Substanzen gelöst, die sie dann in das Flöz hineinbringen und dort absetzen können. Der Aschengehalt der Flöze wird hierdurch bedeutend erhöht.

Gleichzeitig mit der Zufuhr anorganischen Materials kann auch eine Wegfuhr von Kohlensubstanz verbunden sein. Diesen metasomatischen Vorgang erkennt man besonders dort, wo Pflanzenreste im Kohlenlager versteinen. So findet man bei Oldenrode in Hannover in der unteren dortigen Kohlenbank öfter grössere Knollen von Holz, welche in hellen Kalkstein umgewandelt sind.

In den Braunkohlenlagerstätten der Niederlausitz[1]) ist die Holzsubstanz der Baumreste bisweilen durch Schwefelkies verdrängt. Man findet alsdann ganze Aststücke von einigen Dezimetern Länge vollständig in Schwefelkies umgewandelt.

In der niederrheinischen Braunkohle[2]) sind Holzreste öfter für Eisencarbonatlösungen geeignete Niederschlagszentren gewesen. Es entstanden hierdurch die sog. Oolithhölzer, in welchen sich Sphaerosideritkörner bis etwa Erbsengrösse bildeten. Bei genügend langer Dauer verwuchsen hier die einzelnen Oolithe und aus Holz entstand dann ein Sphaerosideritknollen.

Zur Erläuterung aller dieser Vorgänge, bei welchen organisches Material fortgeführt und anorganisches ins Flöz eingeführt wird, möge folgender Versuch von C. Simon[3]) dienen.

---

[1]) K. Keilhack, Die geologischen Verhältnisse des Niederlausitzer Braunkohlengebietes. Grube Ilse, N.-L. 1913.

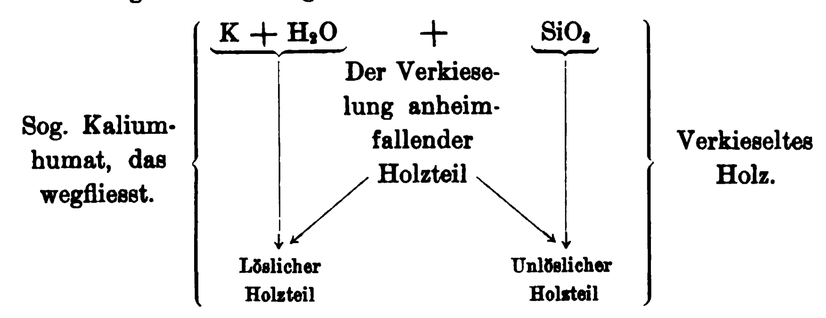
[2]) Der Bergbau auf der linken Seite des Niederrheins. Berlin 1910. III. Teil. S. 25.

[3]) C. Simon, Entstehung von Quarziten der Braunkohlenformation. Berichte des Vereins für Naturkunde zu Kassel, 1889, S. 86—88. (Lit. angeführt nach Potonié-Gothan, Palaeobotanisches Praktikum, Berlin 1913).



Man pulverisiere feine homogene Braunkohle und Quarzsand miteinander, lege das Pulver auf einen Filter und übergiesse es mit Wasser. Das Wasser tropft dann „kristallhell und ohne die mindeste Färbung durch, fügt man aber dem Wasser etwas kieselsaures Alkali, z. B. aufgelöstes Wasserglas, hinzu, so färbt sich das Filtrat sofort intensiv braun, . . . unter gleichzeitiger Ausscheidung von amorpher Kieselsäure, welche an Stelle" der sich auflösenden Braunkohle „tritt und zwischen Sandkörnern zurückbleibt, diese verkittet und so Quarzit bildet". Ähnlich kann man sich verkieselte Hölzer in Braunkohlenflözen entstanden denken.

Schematisch würde sich ein solcher Verkieselungsprozess vermittels Kaliumsilikate, etwa entstanden aus verwittertem Basalt, nach Potonié-Gothan folgendermassen gestalten:



7. Oxydation der Kohle in Kohlenflözen. Flözbrände.

Im Ausgehenden der Kohlenlager findet unter dem Einfluss der atmosphärischen Luft eine langsame Oxydation der Kohle statt. Die Kohle wird durch diese Oxydation kohlenstoffärmer und gleichzeitig aschenreicher.

So fand A. R. Schultz[1]) im Ausstrich kretazeïscher Kohlenflöze in „Rock Springs Field" (Wyoming, Amerika) den Kohlenstoffgehalt der Kohle ungefähr 20 Prozent niedriger als bei der unveränderten Kohle desselben Flözes in grösserer Tiefe. Alle anderen Bestandteile der Kohle waren sonst im Ausstrich in ungefähr noch derselben Menge vorhanden wie tiefer unten. Nur der Aschengehalt hatte in der Verwitterungszone etwas zugenommen und der Schwefelgehalt etwas abgenommen. Diese Veränderung der Kohle war meist an die direkte Nähe des Ausstriches gebunden, konnte stellenweise aber auch bis 15 m Tiefe nachgewiesen werden. —

[1]) A. R. Schultz, Weathering of Coal in the arid region of the Green River Basin, Sweetwater County, Wyoming. U. St. Geol. Surv. Bull. 381. Washington 1910.



Auf die Verwitterungserscheinungen lagernder Kohle ist in einem früheren Kapitel (S. 29) bereits eingegangen. —

Geht die Oxydation der Kohle lebhafter vor sich und wird die hierbei sich bildende Wärme nicht schnell genug abgeleitet, so kann der Oxydationsvorgang zu einer Selbstentzündung des Kohlenflözes führen.

Diese Selbstentzündung kann im Ausgehenden der Flöze und in Tiefbauen eintreten. In Tiefbauen sind sie aber weit störender. Man löscht sie hier meist dadurch, dass man sie vermauert, d. h. von der Luft abschliesst und so erstickt.

Die Entstehung der Grubenbrände schrieb man früher fast allgemein einer Oxydation des der Kohle beigemengten Schwefelkieses zu, der sich unter Wärmebildung an feuchter Luft schnell zersetzt. Heute denkt man vorwiegend an eine Sauerstoffabsorption der Kohle, besonders von seiten beigemengter mineralischer Holzkohle. Holzkohle ist porös und gestattet hierdurch eine weitgehende Zirkulation des Luftsauerstoffes; anderseits besitzt sie wie künstliche Holzkohle in besonders hohem Masse die Eigenschaft, Gase in sich zu verdichten.

Als weitere Gefahrenquelle für die Selbstentzündung der Kohle kommen nach Beobachtungen von W. Parr und W. Kressmann[1]) auch äussere Wärmequellen in Betracht. Solche Wärmequellen sind vorhanden in Grubenleitungen von höherer Temperatur, in der durch Druck entstehenden Wärme und beim Ausstrich der Flöze in der unmittelbaren Sonnenbestrahlung. —

Nach unseren Erfahrungen kann Selbstentzündung der Kohle auf verschiedene der genannten Faktoren zurückgeführt werden.

So steht es zweifellos fest, dass Schwefelkies bei seiner Oxydation eine grosse Menge Wärme erzeugt und dass diese Wärme auch zur Selbstentzündung von Kohle führen kann.

Anderseits hat man aber in manchen Kohlenrevieren, z. B. im Zwickauer Revier festgestellt, dass Grubenbrände meist an Orten auftreten, wo Schwefelkies nur in geringer Menge der Kohle beigemengt ist und wo ausserdem vollständige Trockenheit herrscht. Die Ursache der Entzündung kann daher hier nicht in einer Oxydation des Schwefelkieses liegen. Man nimmt in Zwickau vielmehr an, dass die in dünne Blättchen zerdrückte Kohle gierig aus der Luft Sauerstoff ansaugt und an der Oberfläche ansammelt. Hierbei soll durch Oxydation genügend Wärme erzeugt werden, um die Kohle zur Entzündung zu bringen.

---

[1]) University of Illinois Bulletin Nr. 46. Referat in „Braunkohle". 1912. S. 510.



Beispiele für Flözbrände lassen sich aus jedem Kohlenrevier angeben.

So sind bei Décazeville in Frankreich Grubenbrände in den Tagebauen der dortigen Steinkohlenlager seit langem bekannt. Diese Brände sind zwar durch ihr Qualmen lästig, stören sonst aber nicht weiter den Abbau.

Besonders bekannt ist der alte Planitzer Erdbrand im Zwickauer Revier, der im Ausgehenden der dortigen Flöze mehrere Hundert Jahre andauerte. Die Wärme, welche an dieser Stelle dem Erdboden entströmte, hat man früher sogar zum Heizen von Gewächshäusern[1]) verwandt, welche von 1837—1868 an jener Stelle in Betrieb waren.

Zeugen alter Erdbrände findet man in grosser Ausdehnung im nordböhmischen Braunkohlenrevier, besonders am Ost- und Südrande des Beckens. Alle die Kohle überlagernden Schichten haben hier infolge der Brände bedeutende Umbildungen erlitten. Sie sind gefrittet, z. T. auch geschmolzen. Ihre Färbung ist dabei intensiv rot und gelb, mitunter auch braun und blau geworden. Pflanzenabdrücke in den Schiefern sind dabei häufig noch deutlich als Steinkern erhalten. Die verbrannten Kohlenschichten haben öfters Asche hinterlassen, die zu einer tuffartigen Schicht dann zusammengesintert ist.

Auch im Zittauer Braunkohlenbecken[2]) lassen sich alte Erdbrände nachweisen. So findet man hier bereits unter den Geröllen altdiluvialer Flussschotter gebrannte Tonbrocken, welche den dortigen Erdbrandgesteinen entstammen. Die dortigen Erdbrände haben demnach wohl bereits im Tertiär stattgefunden.

D. Die Tektonik der Kohlenlager.

I. Horizontale Lagerung und Schichtenaufrichtung.

Wie alle Sedimente, so haben auch die Kohlen sich ursprünglich in horizontaler Lagerung abgelagert. Diese horizontale Lagerung findet sich heute noch bei manchen Kohlenlagern erhalten. Die meisten der Steinkohlenlager sind aber durch spätere Bewegungen der Erdkruste disloziert. Auf die verschiedenen Arten dieser Störungen sei im Folgenden eingegangen.

---

[1]) E. A. Geitner, Beschreibung der Treibe-Gärtnerei auf den Erdbränden bey Planitz nächst Zwickau. Leipzig 1839.

O. E. Arnold, Erläuterungen zur Feld- und Flözkarte des Zwickauer Steinkohlenreviers. Zwickau 1900.

[2]) Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 153.



Die Schichtenaufrichtung stellt den einfachsten Fall der tektonischen Störungen dar. Diese Störung gibt sich dadurch kund, dass die Kohlenflöze eine mehr oder weniger steile Stellung besitzen. Bei näherer Untersuchung erweist sich die aufgerichtete Schicht meist als Teil einer grösseren Falte. Die Engländer bezeichnen daher einfache Schichtenaufrichtung als monoklinalen Schichtenbau.

Die Neigung solcher aufgerichteter Schichten[1]) kann zwischen 0 und 90° schwanken. Im letzteren Falle bezeichnet man die Schichten als vertikal stehend. Wird die Neigung noch grösser und überschreitet sie 90°, so sind die Schichten überkippt und das ursprünglich Liegende wird alsdann zum Hangenden.

2. Schichtenfaltung.

Folgt man einem aufgerichteten Kohlenflöz in der Richtung seines Einfallens, so wird man oft eine Änderung des Einfallens beobachten. Das Einfallen geht hierbei schliesslich in ein entgegengesetztes Einfallen über. Diese Änderung des Fallwinkels kann sich mehrmals hintereinander in immer entgegengesetzter Weise wiederholen. Diesen Schichtenbau bezeichnet man als Schichtenfaltung.

Hervorgerufen wird eine Schichtenfaltung durch seitliches Zusammenpressen der ursprünglich horizontal abgelagerten Schichten.

Die Intensität der Faltung richtet sich je nach der beim Zusammenpressen erfolgten Kraftwirkung. Bei sehr starkem Zusammenpressen wird der Winkel der beiden Faltenflügel sehr klein. Bei schwächerem Zusammenschub ist der Winkel flacher und breiter.

Die Halbierungsebene des Faltenwinkels bezeichnet man als die Achsenebene der Falte.

Je nachdem die Achsenebene aufrecht, schief oder liegend ist, bezeichnet man die Faltung als aufrechte (oder stehende), schiefe oder liegende Faltung. Fallen bei einer schiefen Faltung die beiden Schenkel der Falte nach derselben Richtung ein, so spricht man von einer überkippten Falte. Liegende Falten können durch starke Überfaltung in bruchlose Überfaltungsdecken übergehen.

---

[1]) In Belgien bezeichnet man Flöze mit einem Einfallen über 45° als stehendes Flöz (dressant oder droit), unter 45° als flaches Flöz (plateure oder plat). In einzelnen Teilen Frankreichs bezeichnet man überkippte Flöze als stehende, alle anderen als flache Flöze.



Verändert sich der Einfallwinkel eines Faltenwinkels nach oben oder unten hin, so wird die Achsenebene eine gekrümmte Fläche, die im Querschnitt als gebogene Linie erscheint.

Den konkaven Teil jeder Falte nennt man Mulde oder Synklinale, den konvexen Teil Sattel oder Antiklinale; die Halbierungsebene des Mulden- oder Sattelwinkels ist die Achsenebene.

Sattelkamm und Muldensohle verlaufen nicht immer in horizontaler Linie. Meist liegen sie geneigt. Man nennt diesen Neigungswinkel alsdann das Einschieben oder Einsenken der Mulde. Der Abbau des Flözes wird durch dieses Einschieben verwickelter, wie aus jeder Horizontal-Projektion zu ersehen ist. Bei horizontal verlaufendem Sattelkamm sind nämlich die auf verschiedenen Flözflügeln aufgefahrenen Grundstrecken einander parallel. Bei geneigtem Sattelkamm bilden aber die Horizontalschnitte ebensolche Zickzacklinien wie die Vertikalschnitte.

Da in einem Faltungsgebiete meist viele Falten hintereinander auftreten, so hat man sich gewöhnt, unter diesen vielen Falten einige Hauptmulden und Hauptsättel zu unterscheiden. Die dazwischen liegenden Falten bezeichnet man dann als Spezialmulden und Spezialsättel. So unterscheidet man im grossen niederrheinisch-westfälischen Kohlenbecken fünf Hauptmulden und vier Hauptsättel. Es sind dies von Süden nach Norden (Fig. 39, S. 218):

Wittener Mulde,
Stockumer Sattel,
Bochumer Mulde,
Wattenscheider Sattel,
Essener Mulde,
Gelsenkirchener Sattel,
Emscher Mulde,
Gladbecker Sattel,
Lipper Mulde.

Verfolgt man ein Faltensystem nach der Tiefe zu, so beobachtet man, dass es verschiedenen Veränderungen unterworfen ist. Einzelne Falten hören auf, neue erscheinen. Man findet diese Erscheinung besonders oft bei den kleineren, untergeordneten Falten, welche eine grössere Falte zusammensetzen („Spezialfalten"). Ebenso wie diese kleinen Spezialfalten auf kurze Erstreckung hin verschwinden oder neu erscheinen, ebenso kann man auch in grösserer Tiefe mit einer Änderung, eventuell sogar mit einem Aufhören der grösseren Falten rechnen.

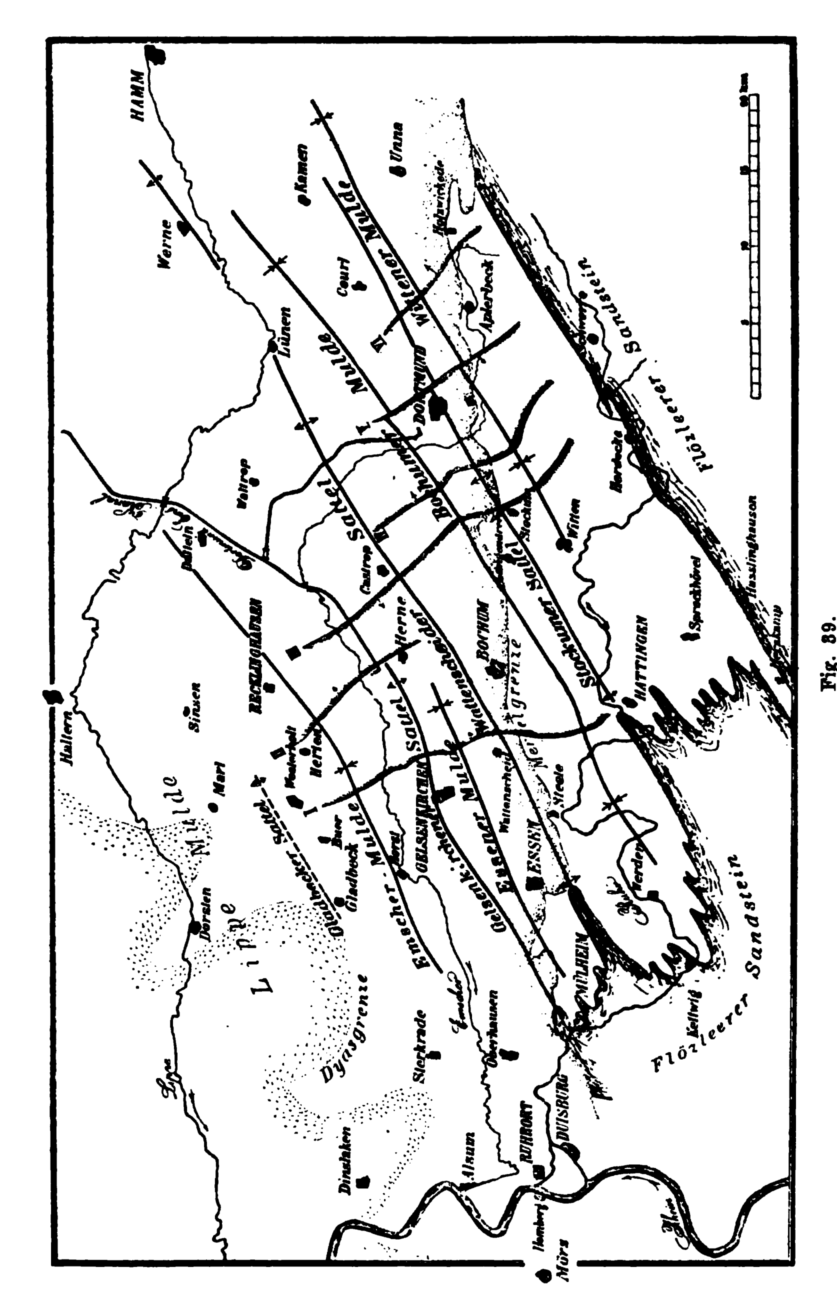


Fig. 89.

Die Achsenebenen der Hauptmulden und Hauptsättel im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbecken (nach Heise-Herbst).

Wie nach der Tiefe zu, so **verändern** sich die Faltungserscheinungen auch **in ihrer Streichrichtung**. Schon an und für sich hört jede Falte

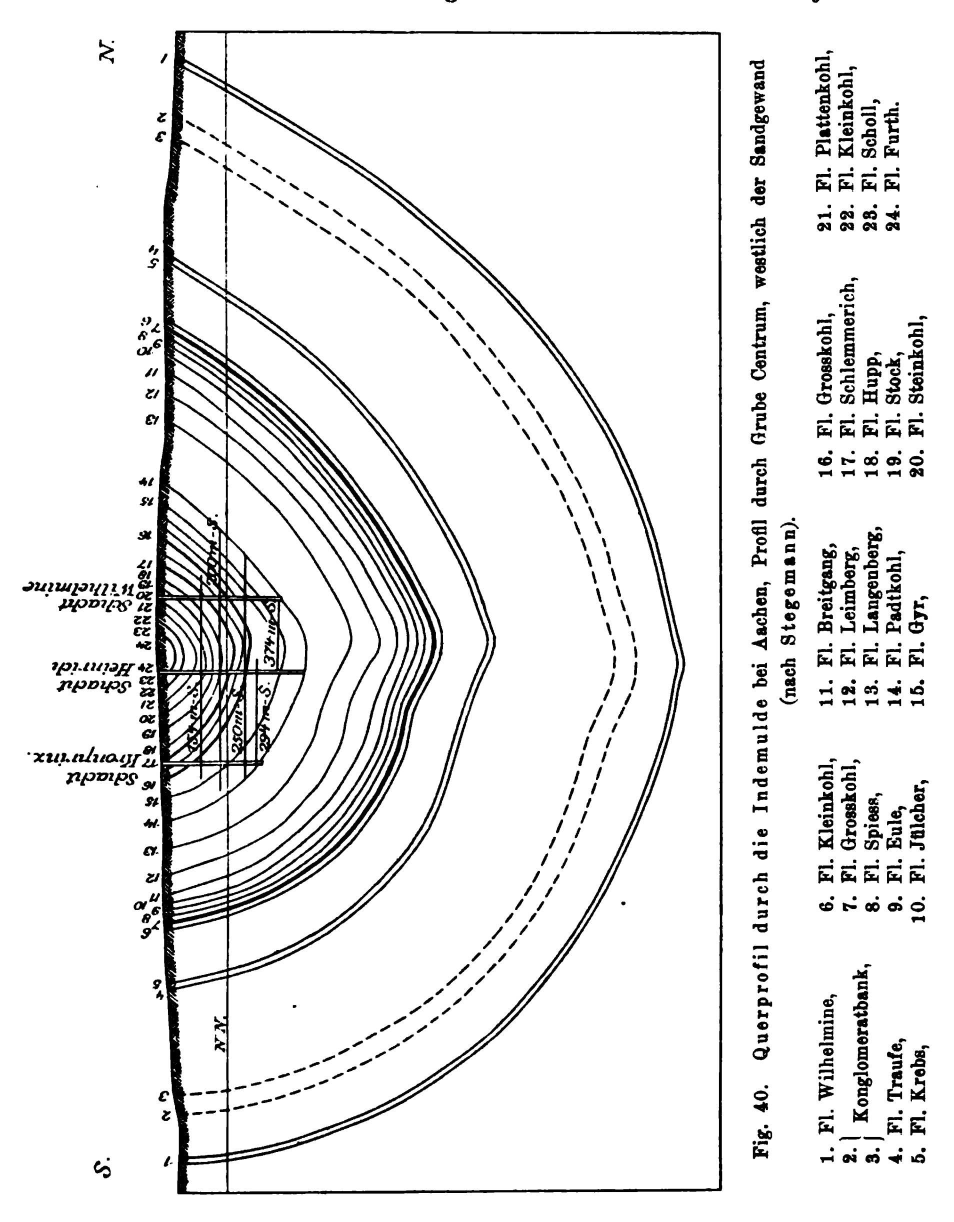


Fig. 40. Querprofil durch die Indemulde bei Aachen, Profil durch Grube Centrum, westlich der Sandgewand (nach Stegemann).

1. Fl. Wilhelmine, 2. 3. Konglomeratbank, 4. Fl. Traufe, 5. Fl. Krebs, 6. Fl. Kleinkohl, 7. Fl. Grosskohl, 8. Fl. Spiess, 9. Fl. Eule, 10. Fl. Jülcher, 11. Fl. Breitgang, 12. Fl. Leimberg, 13. Fl. Langenberg, 14. Fl. Padtkohl, 15. Fl. Gyr, 16. Fl. Grosskohl, 17. Fl. Schlemmerich, 18. Fl. Hupp, 19. Fl. Stock, 20. Fl. Steinkohl, 21. Fl. Plattenkohl, 22. Fl. Kleinkohl, 23. Fl. Scholl, 24. Fl. Furth.

einmal auf. Dieses Aufhören geschieht durch ein sogenanntes **umlaufendes Streichen**. Es entsteht hierdurch eine Mulde, welche bei zweiseitig umlaufendem Streichen als geschlossene Mulde bezeichnet wird.

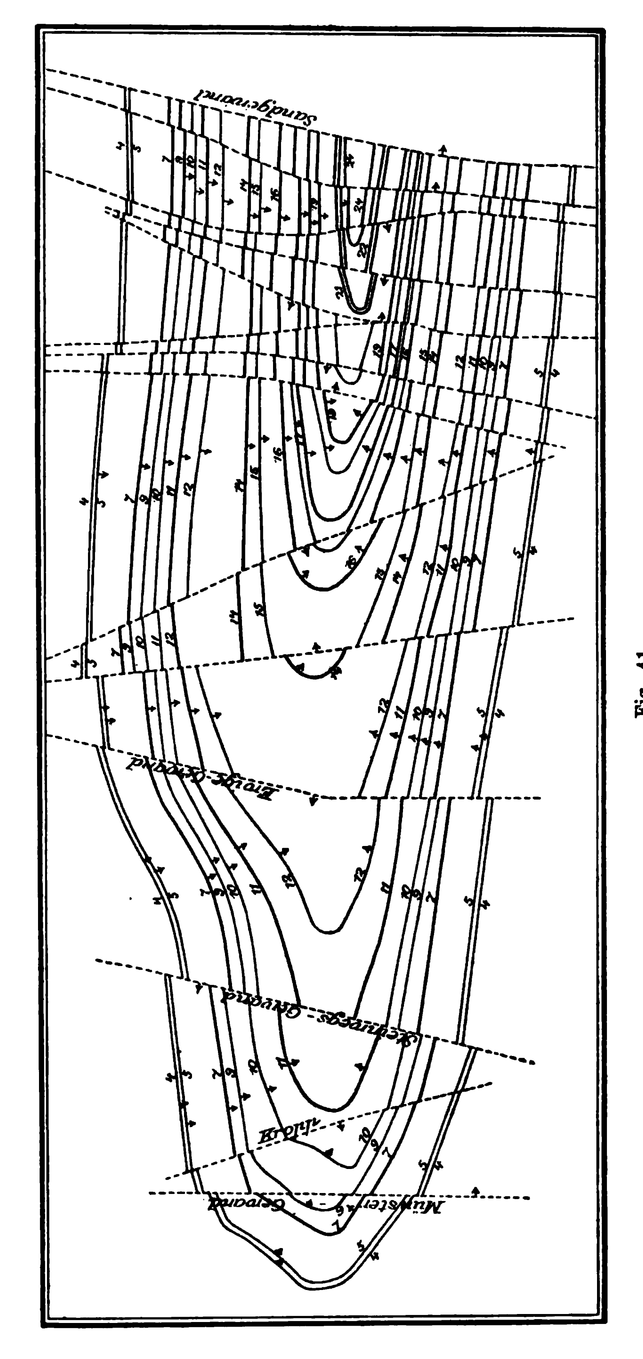


Fig. 41.
Grundriss der Indemulde bei Aachen (nach Stegemann).
Die Bezeichnung der Flöze ist dieselbe wie im Profile der Indemulde.

Bei einer derartig geschlossenen Mulde laufen alle Fallrichtungen des Flözes nach der Mitte hin zusammen. Die in verschiedener Höhe ausgeführten Horizontalschnitte zeigen alsdann alle mehr oder weniger kreisförmige resp. elliptische Linien. Man findet diese Lagerungsform innerhalb der verschiedenen Kohlenbecken im Grossen und im Kleinen.

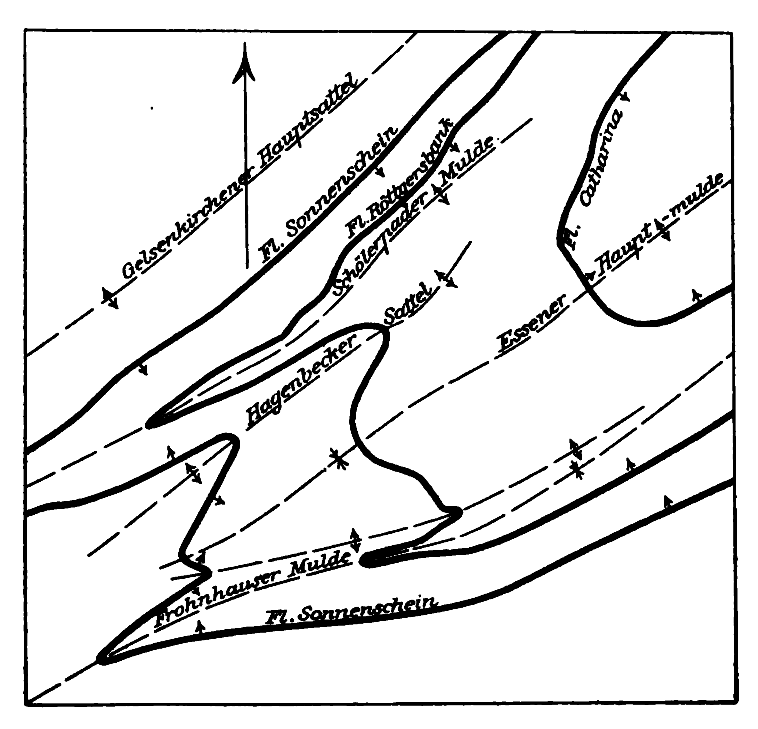


Fig. 42.
Herausbildung zweier Spezialmulden bei der westlichen Muldenwendung der Essener Mulde bei Essen, Westfalen (nach Mentzel).

Ferner kann sich auch im Verlauf der Streichrichtung eine Falte in mehrere Falten teilen, respektive können umgekehrt mehrere Falten sich zu einer wieder vereinen. Als Beispiel sei der westliche Teil der Essener Mulde angeführt. Bei Essen bilden sich hier aus der grossen Essener Mulde bei einer Muldenwendung zwei Spezialmulden heraus (Fig. 42).

Je nach ihrer Form und ihrem Verhalten zum Streichen der Flöze lassen sich die Falten folgendermassen gliedern.

1. Gewöhnliche Falten: Die Faltenschenkel stossen bogenförmig zusammen.

a) Normalfalten. Das Streichen der Schichten bildet mit der Achsenebene der Falte einen mehr oder weniger grossen Winkel.

b) Isoklinalfalten. Das Streichen der Schichten steht der Achsenebene der Falte mehr oder weniger parallel. Es ist dies die Folge eines sehr starken Zusammenpressens der Schichten.

c) Fächerfalten. Die Flügel der Faltenmulde fallen hierbei nicht der Muldenachse zu, sondern von ihr fort. Fächerfalten sind seltener als die beiden anderen Typen.

2. Zickzackfalten. Sie sind dadurch charakterisiert, dass die Faltenschenkel nicht gebogen, sondern winklig zusammenstossen. Sie treten mitunter auch in Verbindung mit anderen Falten auf.

Derartige Zickzackfalten sind im Wurmrevier bei Aachen sowie in Belgien und in Nordfrankreich bekannt. Sie treten hier immer nur in der Nähe grosser Überschiebungen auf und sind genetisch auf diese Überschiebungen zurückzuführen. So sind im Wurmrevier bei Aachen die zickzackförmigen Faltungen in der Nähe dieser Überschiebungen am stärksten, während weiter entfernt (nach Norden zu) die Einwirkung der Überschiebung und damit die Stärke der Faltung aufhört (Tafel XXI und XXII).

Eine merkwürdige Nebenerscheinung mancher Faltungsvorgänge sind schwanzförmige Flözfortsätze an Sattel- und Muldenkanten. Diesen Schwänzen kann man in verschiedenen Kohlenrevieren begegnen. Im Wurmrevier[1]) bei Aachen trifft man sie z. B. auf Grube Maria, Gouley und Voccart. Diese Schwanzstücke charakterisieren sich in den genannten Gruben bei Muldenwendungen dadurch, dass das Hangende des Flözes in normaler Weise seine Schwenkung macht, während das Liegende seine Richtung noch weiter beibehält. Bei Sattelwendungen ist es umgekehrt. Der Bergmann muss sich daher, um das Flöz richtig weiter zu verfolgen, bei einer Muldenwendung an das Hangende und bei einer Sattelwendung an das Liegende halten. Die Kohle solcher Schwanzstücke ist meist mürbe und steinig und darum unabbauwürdig. In seltenen Fällen wurde sie im Wurmrevier aber auch gewonnen, wie bei Gouley, wo man das Schwanzstück auf etwa 100 m Länge und 4 m flacher Tiefe abgebaut hat. Die Entstehung dieser Schwanzstücke ist wahrscheinlich auf Stauchungserscheinungen zurückzuführen.

[1]) Stegemann, Über die Lagerungs- und Betriebsverhältnisse im Wurm- und Inderevier. „Glückauf!“ 1906. S. 1405 ff.



S.O.

N.W

Förderschacht
Domanialgrube.

ng der Flöze, das Nachlassen der Faltung nach NW und Anderes.

Aus allen diesen Faltungserscheinungen ergibt sich, dass Kohlen, wie alle anderen Sedimente, einer Zusammendrückung fähig sind und dass sie sich wie biegsame Massen verhalten. Dieser Eindruck der Plastizität wird noch erhöht durch eine bisweilen auffallende Mächtigkeitsänderung der Flöze an Stellen starker Umbiegung. Die Mächtigkeit schwillt hier oft auf das zwei- bis dreifache an, während an Stellen grosser Dehnung die Mächtigkeit abnimmt und bisweilen fast ganz verschwinden kann. Man erklärt derartige Erscheinungen vielfach dadurch, dass bei starker vertikaler Belastung und bei erhöhter Temperatur die Gesteine plastisch werden und sich infolgedessen verschieben können. Auf diese Erscheinungen sei im Folgenden näher eingegangen.

3. Flözverdrückung und Flözstauung.

Besondere und recht regellose Störungen sind Flözverdrückungen und Flözstauungen.

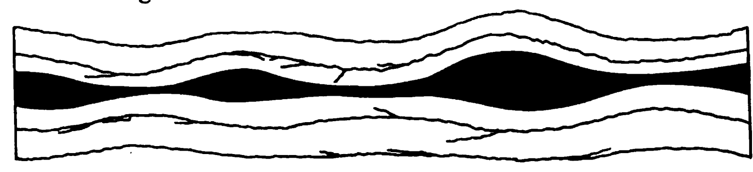


Fig. 43.
Durch Verdrückung eines Flözes hervorgerufene Rosenkranzlagerung, wie man sie in Belgien und im nördlichen Frankreich bisweilen antrifft. Für den Abbau ist diese Lagerung höchst ungünstig (nach Demanet).

Flözverdrückungen charakterisieren sich dadurch, dass das Flöz in seinem Fortstreichen plötzlich verschwindet und nach einiger Zeit in normaler Lagerung wieder erscheint. Man erklärt dieses Verhalten durch Druckwirkung. Infolge einer verschiedenen Weichheit der Schichten kann sich nämlich ein zwischen zwei härteren Bänken eingeschaltetes relativ weiches Flöz leicht bei Druckeinwirkung verschieben und verdrücken.

Die Ausdehnung solcher Verdrückungen ist verschieden. Manchmal beträgt sie nur wenige Meter, manchmal mehrere hundert Meter. Vor und hinter den Verdrückungen herrscht oft eine Anschwellung des Flözes.

Zuweilen reihen sich mehrere Verdrückungen hintereinander. In Belgien und in Nordfrankreich, wo man solche reihenförmigen Verdrückungen öfter antrifft, nennt man diese Lagerung „Rosenkranzlagerung“ („allure en chapelet“). Für den Abbau ist diese unregelmässige Lagerung natürlich nicht günstig (Fig. 43). Als Beispiel für

diese Lagerung gibt Demanet das Flöz Mambour bei Charleroi an. Dasselbe besteht aus grossen linsenförmigen Körpern, welche durch grosse Zwischenräume getrennt sind, so dass man nach dem Abbau des einen Teiles nicht weiss, in welcher Richtung man den folgenden suchen soll.

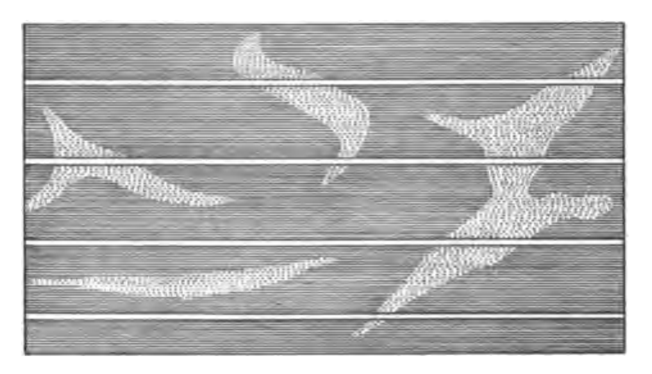


Fig. 44.
Verdrückungen (punktiert) in einem Kohlenflöz (Grundriss). Die Verdrückungen verlaufen unregelmässig und nicht immer in derselben Richtung. Sie verschmälern sich, hören auf, beginnen wieder, gabeln sich usw. (nach Demanet).

Das Auftreten der Verdrückungen ist keinem bestimmten Gesetze unterworfen. Oft folgen sie in ein- und demselben Flöze nicht einmal einer bestimmten Richtung. Sie verschmälern sich, enden, beginnen wieder, teilen sich usw. (Fig. 44). Auch in mehreren übereinander-

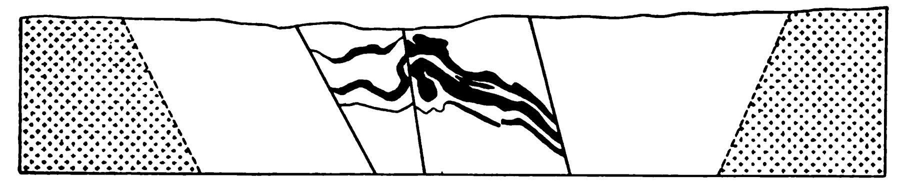


Fig. 45.
Profil durch die Lagerstätte von Saint Eloy (nach Defline). Masstab ca. 1 : 12000. Charakteristisch ist die Stauchung des Flözes, durch welches dasselbe 25—30 m mächtig wird. Östlich und westlich steht kristalliner Schiefer und Granit an.

liegenden, selbst nahe zusammenliegenden Flözen zeigen die Verdrückungen keine Beziehungen zueinander. So findet man oft Flöze von regelmässiger Mächtigkeit, mit welchen sehr verdrückte Flöze desselben Beckens wechsellagern.

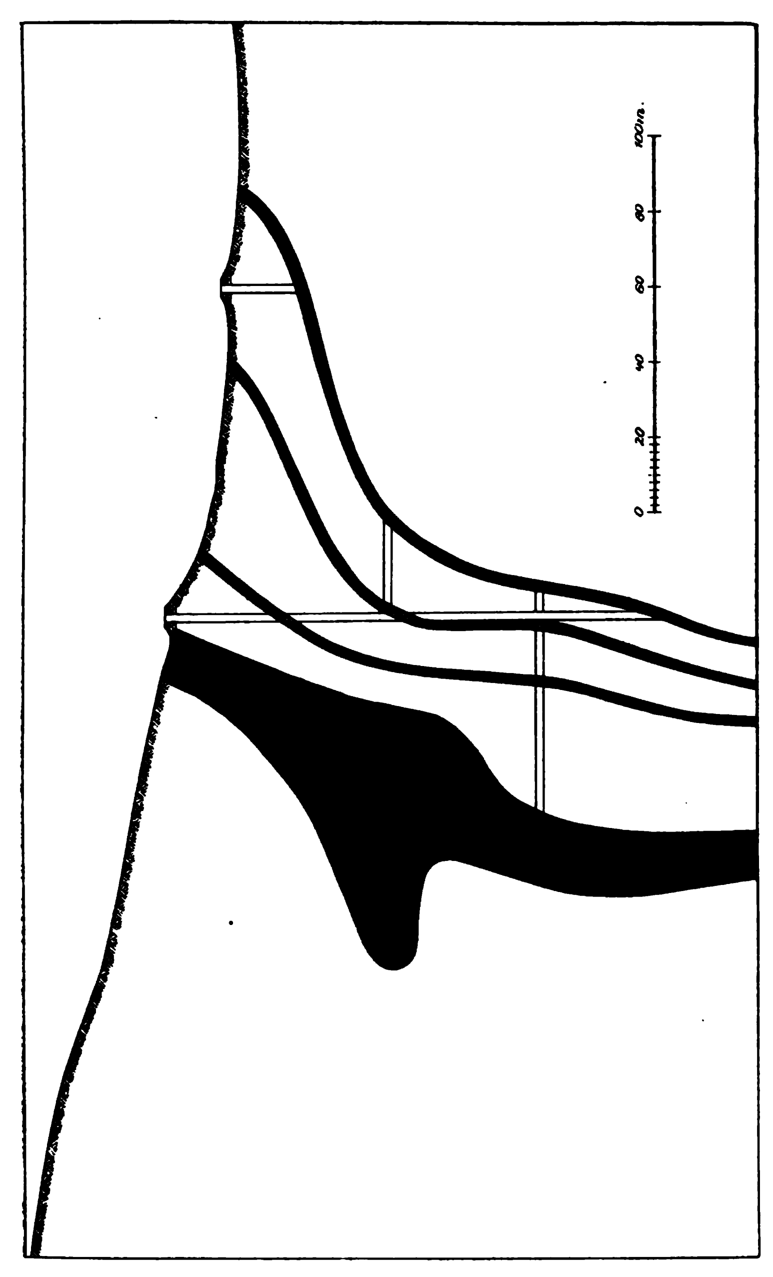


Fig. 46. Profil durch die Flöze der Grube „La Ricamarie“ bei St. Étienne (nach M. A. Burat). Das Profil zeigt die Stauung des Flözes „La grande masse“ sowie die drei kleineren Flöze „trois brulantes“.

Eine ähnliche Störung wie die Flözverdrückung ist die Flözstauung. Bei einer Stauung schwillt das Flöz an. Es wird hierdurch mächtiger.

Grossartige Beispiele für Stauungserscheinungen in Kohlenflözen findet man in Zentral-Frankreich (Fig. 45). Einzelne Kohlenlager können sich hier fast ganz verdrücken und dann wieder zu gewaltigen Anschwellungen auftun. Derartige Verdrückungen und Erweiterungen folgen immer kurz aufeinander, so dass man in diesen Kohlenrevieren beim Anfahren plötzlicher Anschwellungen das Sprichwort gebraucht: „la couche se renfle, elle va se perdre."

Als ein bekanntes Beispiel solcher Stauungserscheinungen sei vor allem der alte Abbau der Ricamarie bei Saint Étienne (Concession la Beraudière, Loire-Becken) angeführt. Nach Burat[1]) findet man hier vier Kohlenflöze, von welchen das oberste unter dem Namen „la grande masse" bekannt ist. Es besitzt 12—15 m Mächtigkeit. Die drei unteren Flöze werden als erstes, zweites und drittes brennendes Flöz (brûlante) bezeichnet. Ihre Mächtigkeit beträgt 3—4 m. Alle diese Flöze streichen normal bis gegen la Ricamarie. Hier sind sie plötzlich vertikal aufgerichtet, wobei sich das oberste Flöz, la grande masse, zu einem Bauche von 60 m Mächtigkeit aufstaut (Fig. 46).

Ähnliche Auftreibungen sieht man beim Steinkohlenlager von le Creuzot (Saône et Loire). Die Mächtigkeit dieses Lagers beträgt 10 und 14 m. Bei einer Biegung staut sich aber das an und für sich schon mächtige Kohlenlager so an, dass seine Mächtigkeit 40 m übersteigt (Fig. 47).

In Deutschland sind Stauungserscheinungen unter anderem an dem permischen Steinkohlenflöz von Stockheim[2]) in Bayern bekannt. Das dortige Flöz zeigt an vielen Stellen auffällige Ausbuchtungen von bedeutender Grösse. Zwischen diesen Ausbuchtungen kann das Flöz beinahe ganz verdrücken. Von dem Flöz gehen gleichzeitig Flöztrümer ab, deren Spitzen nach Osten oder Nordosten gerichtet sind (Fig. 48).

Da das Flöz von Stockheim sehr ungleichmässig aus Kohle und Gesteinsmaterial zusammengesetzt ist, so ist die Kohle als die am wenigsten widerstandsfähige Schicht in ihrem Liegenden und Hangenden nur aufgewölbt, in ihrem Innern aber aufs intensivste durcheinander gefaltet und gepresst.

[1]) M. A. Burat, De la houille. Paris 1851. S. 247.

[2]) H. B. Geinitz, Die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europas. I. Bd. München 1865. S. 113. — P. Krusch, Über die Genesis des Stockheimer Steinkohlenflözes. „Glückauf!" 1911. S. 1593ff.



Auch in Westfalen werden Stauungserscheinungen an Flözen bisweilen beobachtet (Fig. 49 u. 50).

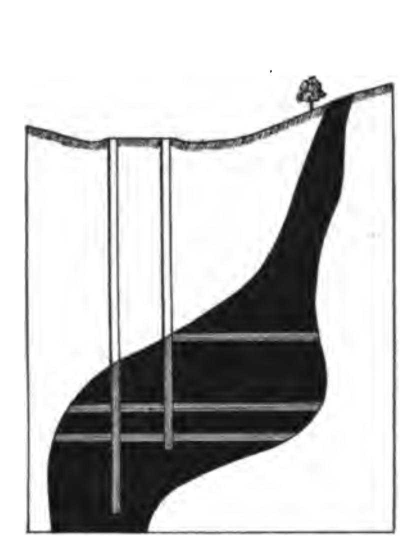


Fig. 47.
Profil durch das Flöz von Creuzot (nach M. A. Burat).
Beispiel einer Flözstauung.

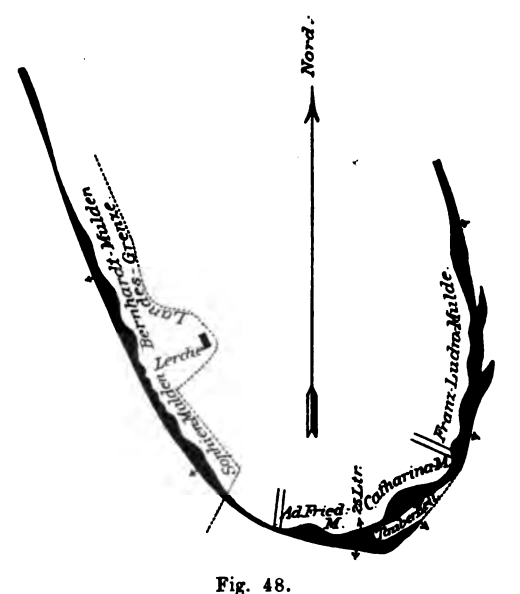


Fig. 48.
Grundriss des Steinkohlenflözes von Stockheim in Bayern, 20. Sohle (nach H. B. Geinitz).
Das Flöz zeigt schöne Stauungserscheinungen, sowie eigenartige schwanzförmige Fortsätze.

Es ist zu erwarten, dass man Verdrückungen und Stauungen von Kohle besonders grossartig in alpinen Kohlenlagerstätten aufgeschlossen



Fig. 49. Störung im Flöze Geitling der Zeche Humboldt in Westfalen durch wiederholtes Niedersetzen des Hangenden in das Flöz hinein (nach Kukuk).
a = „Wilder Stein", b = Flöz, c = „Rappen".

findet. So ist das Flöz in den Lunzer Schichten von Lilienfeld[1]) bei St. Pölten in Österreich ganz bizarr gestaltet, wodurch es Mächtigkeiten bis 8 m erlangt.

[1]) H. B. Geinitz, Die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europas. I. Bd. München 1865. S. 321.

In der Schweiz sind auch Stauungserscheinungen an Kohlenflözen bekannt. Auf dieselben sei trotz der wirtschaftlichen Bedeutungslosigkeit der dortigen Kohle etwas näher eingegangen, da sie wissenschaftlich genau untersucht sind und manches Interessante zeigen.

Nach A. Heim[1]) finden sich im Kanton Wallis kleine anthrazitische Kohlenflöze. Es kommen dort an weit über 100 Stellen Ausstriche von Anthrazit vor. Dieselben sind an 15 Stellen zeitweise auch ausgebeutet worden. Der Anthrazit setzt meist scharf am Nebengestein ab. Er tritt in 3—4 stärkeren und 6—12 schwächeren Flözen auf, deren Gesamtmächtigkeit 4—6 m im Mittel beträgt. Sein Alter ist mittelcarbonisch. Verwerfungen sind in den Flözen fast ganz unbekannt. Trotzdem kommen glänzende Rutschflächen innerhalb des Flözes in Menge vor.

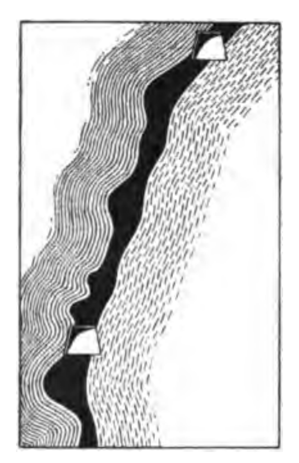


Fig. 50.
Gestautes Kohlenflöz.
Flöz Kreftenscheer, Zeche Humboldt in Westfalen (nach Kukuk).

Die Mächtigkeit der Flöze erleidet im Streichen und Fallen vielfache Veränderungen. Bisweilen hat das Flöz keine messbare Dicke mehr. Seine Spur kann man dann nur noch in Form anthrazitischer und graphitischer Rutschflächen verfolgen. Nach wenigen Metern öffnet sich dann aber die Schichtfuge plötzlich wieder und das Flöz schwillt auf 2, 3, 4 oder gar bis auf 6 m an. Diese Anschwellung hält im günstigsten Falle 10—20 m an; dann hört sie ebenso wieder auf, wie sie erschienen ist. Im Allgemeinen scheinen auf grössere Verdrückungen auch grössere Anschwellungen zu folgen.

In der Begrenzung der Anthrazitflöze finden sich öfters Unebenheiten. Dieselben sind alsdann fast immer auf die Schieferung, welche das Gestein erlitten hat, zurückzuführen. Bei dieser Transversalschieferung bilden sich einzelne Querfugen im Nebengestein, welche bisweilen etwas verrutschen, wodurch kleine Verwerfungen entstehen. Durch solche Querfugen werden kleine Partien des Nebengesteins abgegrenzt und diese treten nun in die Anthrazitmasse hinein, während in die dazwischen liegenden Rinnen der Anthrazit hineindringt (Fig. 51 bis 53). Läuft die Schieferung der Schichtung parallel, so ist der Wechsel in der Mächtigkeit des Anthrazitflözes viel allmählicher.

---

[1]) A. Heim, Stauungsmetamorphose an Walliser Anthrazit und einige Folgerungen daraus. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Ges. in Zürich. 1896. S. 354 ff.

Die Struktur des Anthrazites ist infolge des Gebirgsdruckes breccienartig. Die einzelnen Anthrazitbrocken sind hierbei durch Anthrazitstaub verkittet.

An einzelnen Stellen durchsetzt der Anthrazit gangförmig mehrere Meter weit das Nebengestein. Die Salbänder eines solchen Ganges sind dann von glänzenden Rutschstreifen begleitet. An einer anderen Stelle sieht man ein Stück vom Nebengestein mitten im Anthrazit eingebettet. Auch Breccien, in welchen Trümmer des Nebengesteines durch Anthrazit verkittet sind, treten auf. „Bei Turtmann verband ein Überläufergang zwei sonst getrennte Anthrazitflöze. Noch andere ähnliche Erscheinungen der Art, wie man sie früher ohne Zweifel als beweisend für die eruptive Natur des Anthrazites gedeutet haben würde, sind hier und da zu finden“.

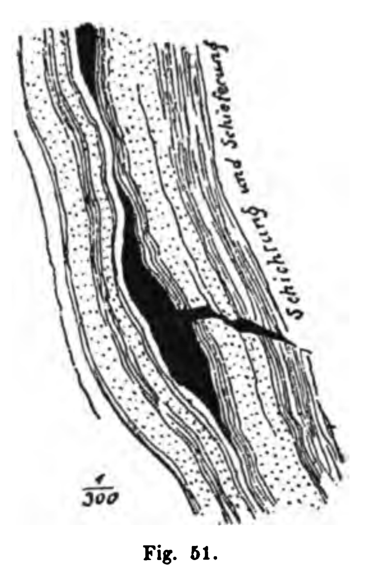


Fig. 51.
Gangförmige Abquetschung von Anthrazit infolge Stauung eines Anthrazitflözes in Wallis, Schweiz (nach Heim).

Alle diese Stauungserscheinungen bei den Anthraziten der Schweiz sind zu er-

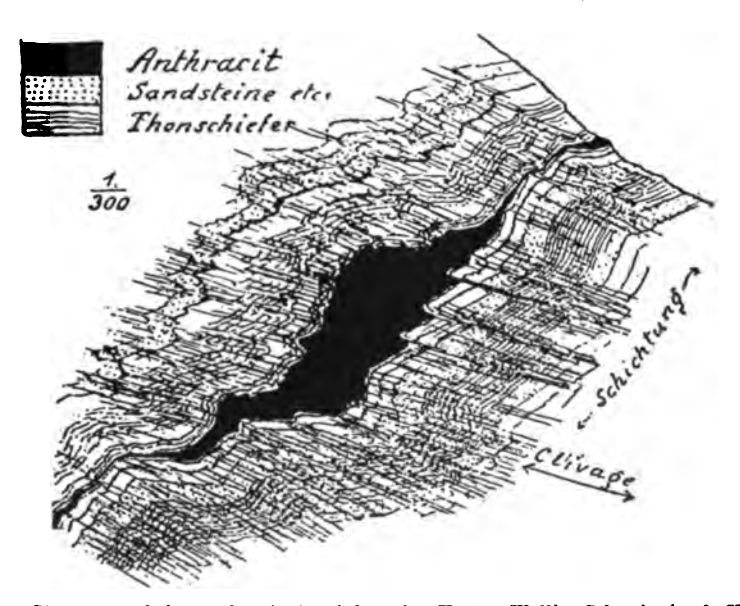


Fig. 52. Stauungserscheinung der Anthrazitflöze des Kanton Wallis, Schweiz (nach Heim).

klären durch die ungleiche Deformierbarkeit des Anthrazites und des festeren Nebengesteines. Der Anthrazit wurde leicht zu Pulver zerquetscht und war als solches fliessend verschiebbar.

Die dem Gestein aufgezwungene Deformation hat sich hierbei soviel als möglich durch die Bewegung des Anthrazites ausgelöst. Wo der Druck stärker wurde, wurde der Anthrazit fortgequetscht; wo er geringer war, dorthin musste der Anthrazit strömen und sich häufen, bis die vorhandene Druckdifferenz wieder ausgeglichen war. Meist bewegte sich der Anthrazit nur in seiner eigenen Schichtfuge. Ins Nebengestein konnte er nur dort eindringen, wo er eine offene Spalte vorfand.

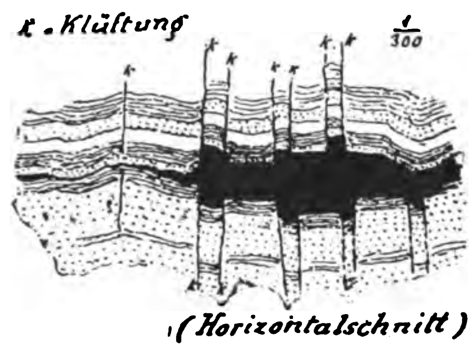


Fig. 53.

Stauungserscheinungen in den Anthrazitflözen des Kanton Wallis, Schweiz (nach Heim).

4. Glaziale Flözstörungen.

Während man bei den eigentlichen tektonischen Störungen der Flöze die Ursache der Störung nicht genau kennt, gibt es zwei Arten von Störungen, deren Ursache bekannt ist. Es sind dies die glazialen und eruptiven Flözstörungen.

Glaziale Flözstörungen trifft man in Norddeutschland vielfach dort, wo Braunkohlenflöze nicht tief unter diluvialen Ablagerungen liegen.

Diese glazialen Störungen sind auf das diluviale Inlandeis[1]) zurückzuführen, und zwar auf:

1. den einseitig lastenden Druck des Gletschers,
2. den seitlichen Schub des vorrückenden Gletschers.

Durch einseitig lastenden Druck konnte das 100 und mehr Meter mächtige Inlandeis an seinem Rande plastische Schichten, wie z. B. Tone, aufpressen und in flachere und steilere Falten legen. Die

[1]) Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907.



Braunkohle bei Webau, Riebeck'sche Montanwerke (nach einer Photographie).
Das Bild zeigt die Bänderung des Flözes und die Faltung dieser Bänderung durch glazialen Druck.



Profilbild des Hauptbraunkohlenflözes im Wilhelmschacht zu Borna-Gnandorf (nach Etzold). Masstab ca. 1 : 350.

Das Bild zeigt die nach unten abnehmende Faltung der hellen Streifen, sowie den allmählichen Übergang der hellen Streifen in dunkle Braunkohle nach unten und die scharfe Begrenzung der hellen Streifen nach oben.

ob = obere }
mb = mittlere } Bank des Flözes,
ub = untere }
s = basale Stückkohlenschicht (Sapropelit).

den Tonen eingelagerten Sande und Braunkohlen machten alsdann die Lagerung passiv mit. Charakteristisch für alle diese auf Eisdruck zurückzuführenden Falten gegenüber rein tektonischen Falten ist ihre Abnahme nach der Tiefe zu. In der Tiefe liegen bisweilen die Schichten in ungestörter Lagerung ganz horizontal (Tafel XXIII)[1]), während etwas weiter oben die Schichten stark gefaltet sind. —

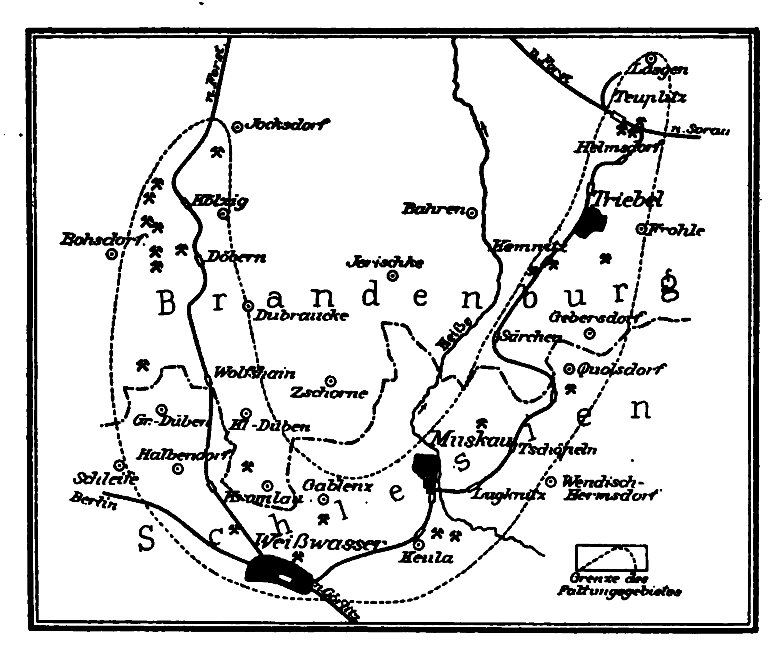


Fig. 54.

Hufeisenförmige Lagerung des Muskauer Kohlenflözes (nach G. Berg). Durch Druck einer im Innern des Hufeisens lagernden Gletschermasse wurde die Braunkohle hufeisenförmig nach aussen emporgepresst.

Auf diluvialen Eisdruck führt G. Berg[2]) auch die eigenartig hufeisenförmige Gestalt des Muskauer Kohlenreviers zurück (Fig. 54). Dasselbe liegt an der Grenze zwischen Brandenburg und Schlesien. Das Revier hat die Gestalt eines nach Norden geöffneten Hufeisens von 30 km Länge und 20 km Breite. Das Braunkohlenflöz innerhalb dieses Bogens weist heute äusserst regelmässige Sättel und Mulden auf, die

[1]) Etzold verwirft die Erklärung dieser Faltnug durch glazialen Druck. Siehe F. Etzold, Die Braunkohlenformation Nordwest-Sachsens. Leipzig 1912. S. 54.

[2]) G. Berg, Die Braunkohlenlagerstätten Schlesiens. In Festschrift zum XII. allg. deutschen Bergmannstage in Breslau. Bd. I. 1913.



steil nach der Innenseite und flach nach der Aussenseite des Bogens einfallen. Zur Erklärung dieser Gestalt nimmt nun Berg an, dass bei Muskau eine zungenförmige Inlandeismasse zur Diluvialzeit auf den dortigen weichen Tertiärschichten lagerte und durch den lastenden Druck ihres Gewichtes die weichen und plastischen Tertiärschichten am Eisrande hervorpresste. Die Richtigkeit dieser Anschauung wird nach Berg bewiesen durch Endmoränen, welche, besonders am Innenrande des Hufeisens, dem Flözbogen parallel verlaufen. Nach Keilhack nehmen auch diluviale Schichten hier an der Faltung teil. In der Tiefe lagern die Flöze, wie durch Bohrungen erwiesen zu sein scheint, wieder horizontal.

Viel grösser sind die Störungen, welche der seitliche Schub des vorrückenden Inlandeises hervorrief. Die mehrere hundert Meter mächtige Eismasse vermochte beim langsamen Vorrücken die vor ihr liegenden losen oder wenigstens noch plastischen Schichten vor sich her zu schieben. Diese Schichten wurden alsdann wie ein von einer Seite zusammengeschobener Teppich in Falten gelegt. Die Voraussetzung zur Entstehung dieser Falten ist in vielen Fällen das Vorhandensein plastischer Gesteine, wie der Tone, während die nicht plastischen Einlagerungen die faltenden Bewegungen alsdann passiv mitmachen.

Derartige durch Eisschub verursachte Flözstörungen beschreibt unter anderen P. Russwurm[1]) aus dem Felde der Grube Merkur bei Drebkau (Kreis Kalau). Ein mehrere Meter mächtiges Braunkohlenflöz ist hier zwischen plastischen Tonschichten eingelagert. Dieses Flöz ist intensiv gefaltet. Zerreissungen des Flözes sind infolge seiner Lagerung in plastischen Tonschichten aber nur selten eingetreten (Fig. 55 u. 56).

In den höheren Partien sind die Schichten stärker gefaltet als tiefer unten, so dass ganz tief gelegene Flöze noch annähernd horizontal lagern.

In der Braunkohle lagernde Baumstämme nehmen hierbei an den Knickungen und Biegungen des Flözes teil (Tafel XXIV u. XXV).

Als einzig annehmbare Kraft für die Entstehung dieser Flözfaltungen von Drebkau bezeichnet P. Russwurm die Schubkraft des diluvialen Inlandeises. Dieses Inlandeis schob bei seinem Vorrücken das Flöz am Nordhange des Lausitzer Grenzwalles wie einen Teppich zusammen. Da der Schub von Norden nach Süden erfolgte, so wurden die Falten häufig nach Süden überkippt. Ferner lässt sich durch diese Annahme auch das Zusammenfallen der kleinen Aufsattelungen mit Endmoränen sowie das Abnehmen der Störungen nach der Tiefe zu erklären. —

[1]) P. Russwurm, Braunkohlenformation und glaziale Lagerungsstörungen im Felde der Grube „Merkur" bei Drebkau. Zeitschr. f. prakt. Geol. XVII. 1909. S. 87 ff.



Tafel XXIV



Tagebau der Grube Anna Mathilde bei Bahnhof Sedlitz in der Lausitz.
Die Baumstämme nehmen an der glazialen Faltung des Flözes teil und sind wie das ganze Kohlenflöz bis zu 30° geneigt.





Durch Eisdruck gefaltete und geknickte Lignitstämme, aufgeschlossen im Flöz des Tagebaues „Hedwig“ bei Gablenz, unweit Muskau. Herbst 1905. (Nach Priemel.)

Durch Schub und Druck kann das Inlandeis auch den ganzen Verband eines Braunkohlenflözes stören. So können Flöze zerstückelt und in ein Haufwerk einzelner Schollen und Trümmer zerlegt werden,

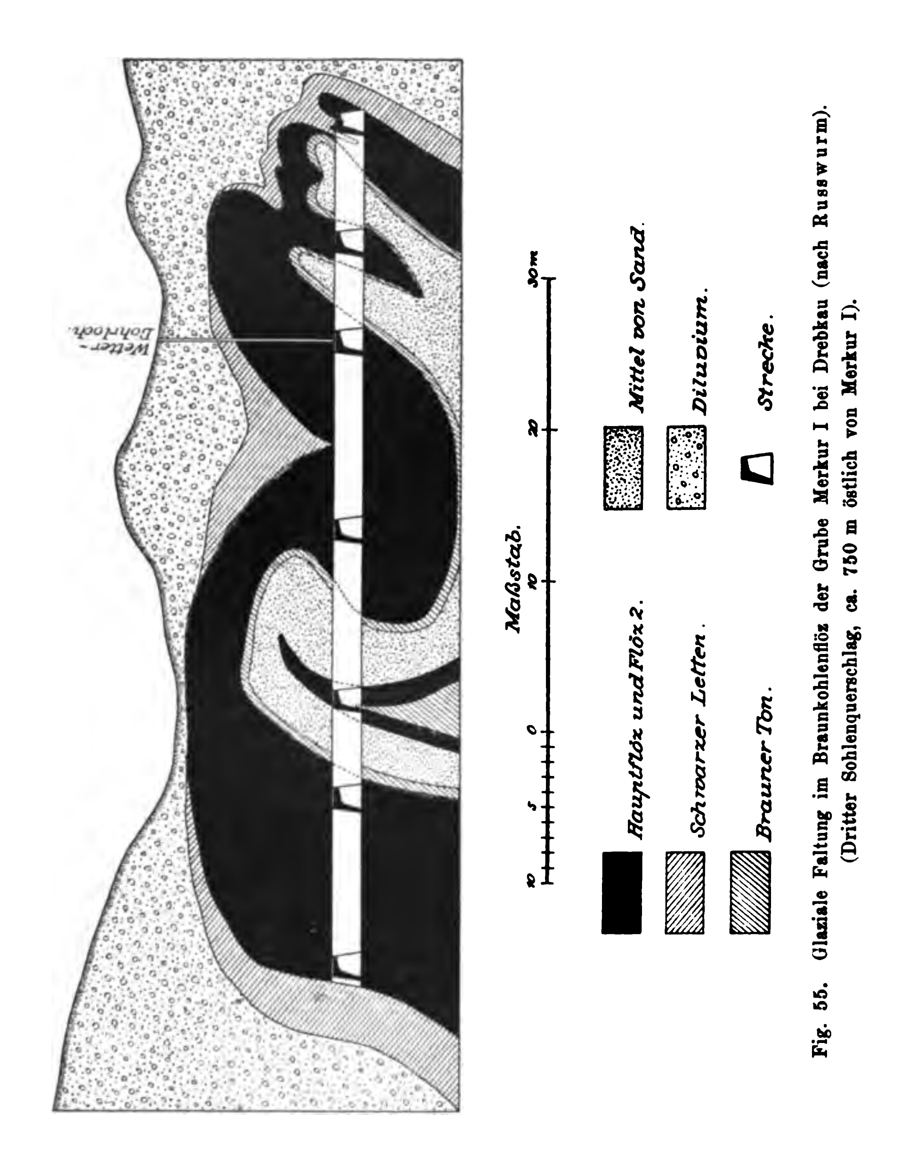


Fig. 55. Glaziale Faltung im Braunkohlenflöz der Grube Merkur I bei Drebkau (nach Russwurm). (Dritter Sohlenquerschlag, ca. 750 m östlich von Merkur I).

zwischen welchen diluviale Sande und Kiese dann eingeschlämmt werden. Der Abbau der Braunkohle wird durch diese Zerstückelung und Sandeinschwemmungen erheblich gestört, z. T. sogar unrentabel.

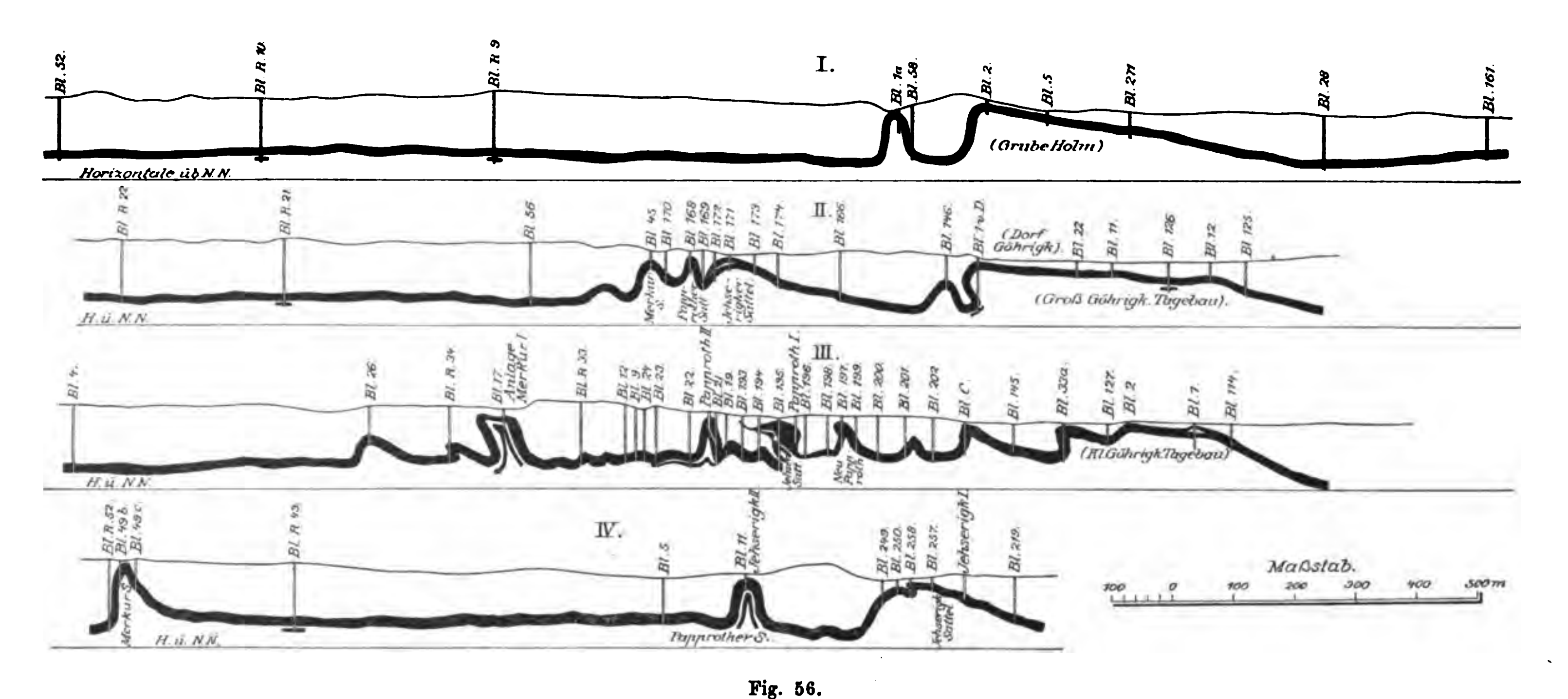


Fig. 56.

Glaziale Faltungserscheinungen im Felde der Grube Merkur bei Drebkau (nach Russwurm).

Ähnliches berichtet auch G. Berg[1]) vom Braunkohlenflöz der Grube Mathilde bei Neustädtel in Schlesien.

Die Braunkohle ist hier in einzelne, einander benachbarte formlose dicke Klumpen in den umgebenden Schichten eingelagert. Sie ist durch die Druckwirkung des Eises gleichsam in den begleitenden plastischen Ton hineingeknetet. Das Flöz, welches in der dortigen Gegend meist nur 3—4 m mächtig ist, hat hierdurch stellenweise eine Mächtigkeit von 12 m erlangt. —

5. Eruptive Flözstörungen.

Störungen in Kohlenflözen können auch durch Druck von sich im Hangenden der Kohle ergiessenden Eruptivmassen eintreten. Auf solche

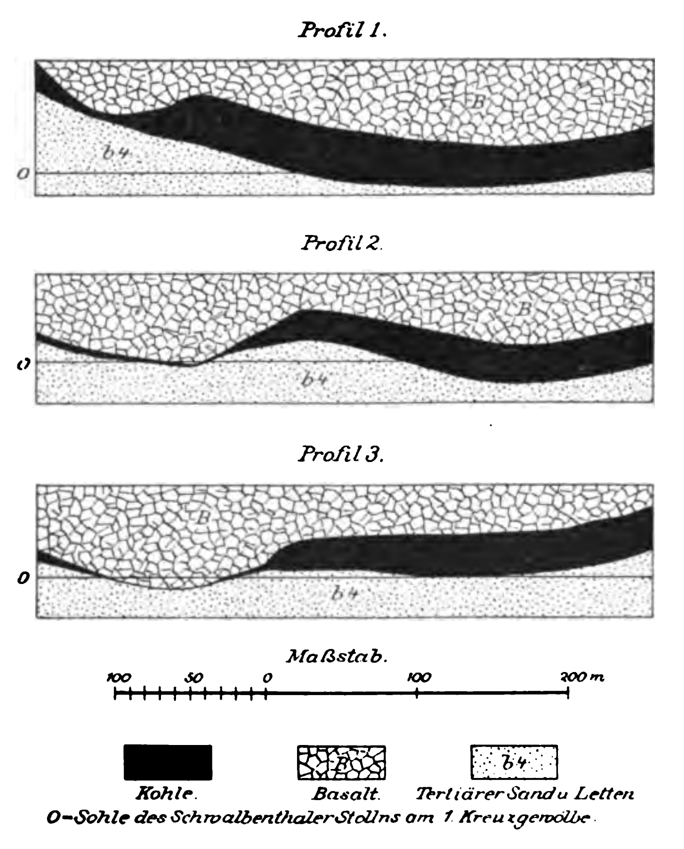


Fig. 57. Wellenförmige Verdrückung eines Kohlenflözes durch überlagernden Basalt. [Schwalbentaler Mulde am Meisner in Hessen (nach A. Uthemann).

[1]) G. Berg, Die Braunkohlenlagerstätten Schlesiens, in Festschrift zum XII. allg. deutschen Bergmannstage in Breslau. Bd. I. 1913.

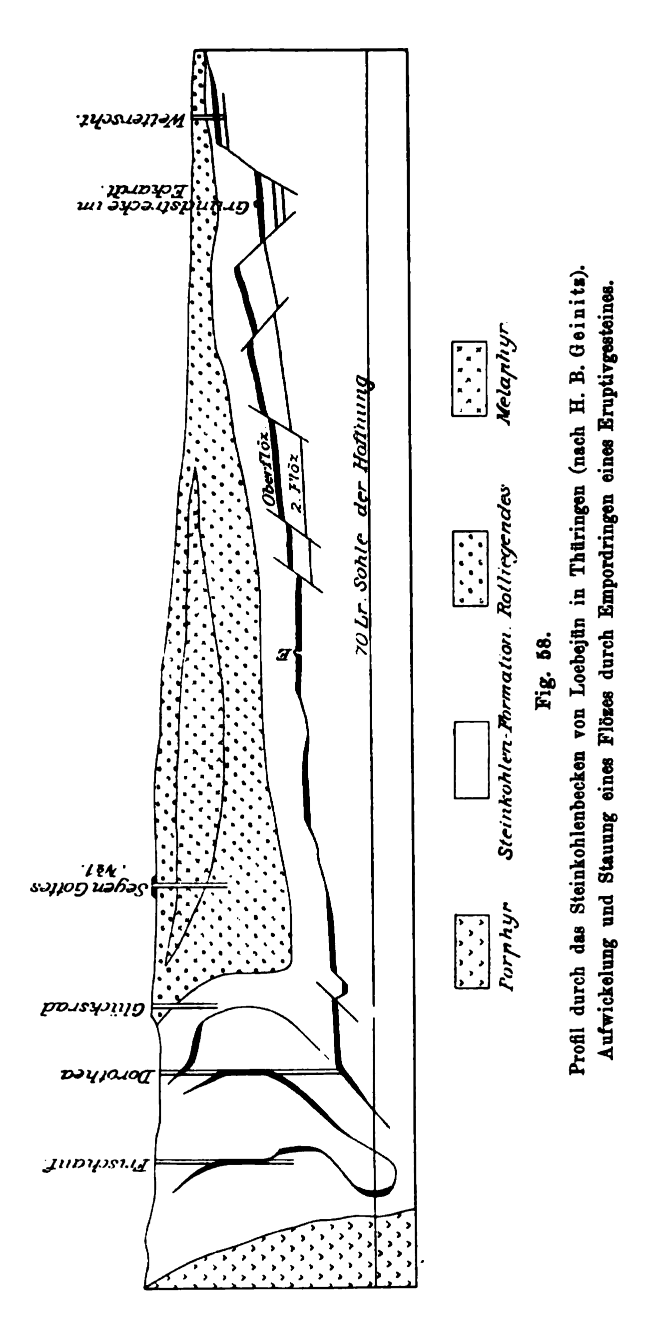


Fig. 58.

Profil durch das Steinkohlenbecken von Loebejün in Thüringen (nach H. B. Geinitz). Aufwickelung und Stauung eines Flözes durch Empordringen eines Eruptivgesteines.

Erscheinungen führt A. Uthemann[1]) gewisse Verdrückungen des Braunkohlenflözes am Meissner in Hessen zurück. Vordringende basaltische Lavamassen haben hier die noch weiche und nachgiebige, tertiäre Unterlage stellenweise wellenförmig verdrückt (Fig. 57). Aufgeschlossen sind diese Verdrückungen besonders im dortigen „Schwalbentaler Revier", wo plastische Tone das vorherrschende Nebengestein der Kohle sind. Das Kohlenlager verdrückt sich hier bisweilen ganz. Eine Erklärung dieser Mächtigkeitsänderung durch Erosion des Kohlenflözes vor der Basalteruption ist nach Uthemann ausgeschlossen, weil die hangenden Schichten der Kohlen nicht ganz fehlen.

Über eigenartige eruptive Störungen von Steinkohlenflözen berichtet uns ferner Wagner[2]). Die betreffenden Störungen liegen in den jetzt aufgelassenen Steinkohlengruben Thüringens, speziell bei Löbejün im Saalkreise. Ein Porphyrmassiv hat hier die Schichten der Steinkohlenformation aufgerichtet und in ganz abnormer Weise gefaltet und zusammengeschoben. Am direkten Kontakte sind hierbei die Gesteine gefrittet und die Kohle in Anthrazit verwandelt (Fig. 58).

6. Spaltenbildung und deren Ausfüllung.

Alle Spaltenbildungen kann man in zwei Gruppen einteilen, in endokinetische und exokinetische Spalten. Bei den endokinetischen Spalten liegt die Kraft der Spaltenbildung im Gestein selbst, bei den exokinetischen Spalten ist die Ursache der Spaltenbildung ausserhalb des Gesteines zu suchen.

Zu den endokinetischen Spalten gehören vor allem Schwindklüfte. Dieselben bilden sich beim Erstarren aus Schmelzfluss sowie beim Austrocknen feuchter Massen. Manche Klüfte in Braunkohlenflözen werden als solche Schwindklüfte angesehen. Dieselben sind dann oft mit Sand oder Ton ausgefüllt. Im Kleinen sieht man derartige Schwindklüfte sehr schön bei Braunkohlenstücken, welche grubenfeucht aus der Grube kommen und dann über Tage austrocknen.

Weit verbreiteter sind exokinetische Spalten, von welchen besonders tektonische Spalten in Kohlenflözen verbreitet sind.

Alle Spaltenbildungen können von Gesteinsmassen ausgefüllt werden. Die hierdurch entstehenden Gesteinsdurchsetzungen der Flöze sind überall,

[1]) A. Uthemann, Die Braunkohlenlagerstätten am Meissner, am Hirschberg und am Stellberg. Abhdlg. d. kgl. preuss. geol. L.-A. Heft 7. Berlin 1892. S. 8.

[2]) In H. B. Geinitz, Die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europas. I. Bd. München 1865. S. 91 ff.



wo sie auftreten, sehr ungern gesehen. Sie sind in allen Kohlenrevieren genau bekannt und in Grubenrissen auch eingetragen.

Das Ausfüllmaterial der Flözspalten, die gleichzeitig auch Verwerfungsspalten sein können, ist verschiedener Herkunft. Man findet Bruchstücke vom Nebengestein (Reibungsbreccien) und unter Umständen auch Oberflächenmaterial, Eruptivgesteine, hineingepressten Sand und Ton und Absätze wässriger Lösungen (z. T. auch Erze). Auf diese für den Bergbau unangenehmen Gesteinsdurchsetzungen sei im Folgenden an der Hand einiger Beispiele näher eingegangen:

a) Spalten innerhalb der Kohlenlager, welche mit Reibungsprodukten, Gesteinsschutt oder Oberflächenablagerungen ausgefüllt sind.

Klaffende Spalten, also Spalten, bei welchen die Seitenwände einen gewissen Abstand voneinander haben, sind selten leer. Meist sind sie mit hineingefallenem Gesteinsmaterial ausgefüllt. Dieses Gesteinsmaterial stammt grösstenteils von den Wandflächen der Spalten selbst.

Solche offenen oder nur locker ausgefüllten Spalten sind gleichzeitig als Wasserbringer im Bergbau sehr gefürchtet, da bedeutende Wassermengen auf ihnen oft zirkulieren. Die Gesteinsausfüllung solcher Spalten hat oft den Charakter einer Reibungsbreccie. Als Beispiel kann hierfür der „Feldbiss“ aus dem Aachener Revier angeführt werden, eine steil einfallende Querspalte von 12—80 m Breite. Andere schöne Beispiele findet man im Lütticher Becken (Faille de Seraing).

Zu den Spalten, welche mit Nebengesteinsfragmenten und Oberflächenmaterial ausgefüllt sind, gehören auch die schachtartigen Aushöhlungen, welche man im belgischen Kohlengebirge (Hennegau) antrifft. Die dortigen Aushöhlungen haben kreisförmige oder elliptische Querschnitte von 20—60 m Durchmesser (Fig. 59). Sie laufen senkrecht oder schräg zur Schichtung, wobei die Flöze im Allgemeinen glatt, ohne Verschiebung, durchstossen werden. Die Ausfüllung dieser „Schächte“ besteht aus verschiedenem Sedimentmaterial, sowohl vom Nebengestein als auch von der Oberfläche. In einer dieser Ausfüllungen (bei Bernissart) fand man zahlreiche Exemplare von Iguanodon, einem riesigen, 3—4 m hohen Dinosaurier. Nach der Tiefe zu soll der Durchmesser der „Schächte“ zunehmen. Wegen ihrer grossen Wasserführung sucht der Abbau diese „Schächte“ stets zu umgehen.

Unter dem breccienartigen Ausfüllmateriale solcher Spalten findet man neben anderen Gesteinen häufig auch einzelne Kohlenbrocken,



welche von Flözen abgebrochen sind. Nimmt diese Kohle immer mehr zu, so kann man als extremsten Fall sich eine Ausfüllung der Spalte durch reine Kohlenmassen denken. Es würden hierdurch gleichsam gangförmige Kohlenvorkommen entstehen. Derartige Vorkommen sind tatsächlich auch bekannt. So fand man bei Liévin, Dep. Nord (Frankreich) eine mehrere Meter breite Verwerfungskluft mit

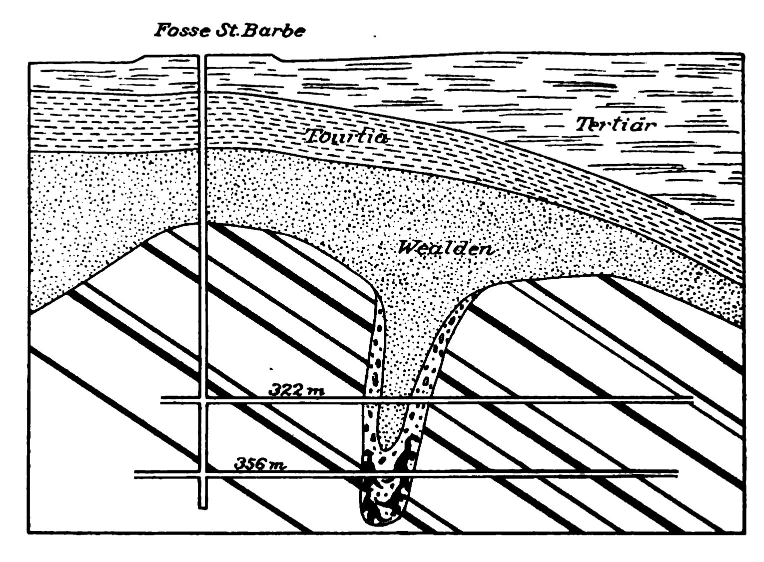


Fig. 59.
Naturschacht (puit naturel) mit Skeletten von Iguanodon bei Bernissart in Belgien. (Nach einer Skizze, angefertigt von Kukuk nach einer Zeichnung im Musée d'histoire naturelle in Brüssel).

kompakter Kohle ausgefüllt, welche in ausgedehntem Masstabe auch abgebaut wurde.

b) „Glauch"artig ausgefüllte Spalten innerhalb der Kohlenlager.

In seltenen Fällen sind Verwerfungsspalten oder andere Klüfte und Risse innerhalb der Kohlenlager mit sedimentärem Materiale aus dem Hangenden oder Liegenden ausgefüllt. Derartige Ausfüllungen findet man z. B. im Döhlener Becken (Sachsen). Im Folgenden seien diese eigenartigen, man könnte sagen „glauch"artigen Gesteinsdurchsetzungen kurz geschildert:

Die Gesteinsdurchsetzungen des Döhlener Beckens (Sachsen).

Die permischen Steinkohlenflöze des Döhlener Beckens (Sachsen)[1]) werden von zahlreichen Rissen und Sprüngen durchsetzt, die mit sedimentärem Gesteinsmaterial ausgefüllt sind. Die Bergleute des Döhlener Beckens unterscheiden bei diesen Gesteinsdurchsetzungen „Kämme" und „Rücken" (Fig. 60).

Beide Typen sind nur durch ihre Grösse verschieden. Die „Kämme" sind schmale gang- oder trumförmige Durchsetzungen von 0,01—1 m Mächtigkeit, gewöhnlich aber nur wenige Dezimeter stark. Die „Rücken" dagegen sind plump gangförmige Gebilde von 1—10 m Durchmesser. Ihr Querschnitt ist stockförmig und verjüngt sich oft am unteren Ende sack- oder trichterförmig. Vor den ebenfalls oft mit Gesteinsmasse erfüllten Klüften der Hauptverwerfung unterscheiden sich „Kämme" und „Rücken" durch ihre verhältnismässig nur geringe Erstreckung sowohl in vertikaler als auch horizontaler Richtung.

Die „Kämme" sind im ganzen Döhlener Becken verbreitet. An einzelnen Orten treten sie häufiger auf als an anderen. Ihre Streichrichtung ist ganz unregelmässig, meist krummlinig. Nach unten und nach oben ist ihre Erstreckung sehr verschieden weit. Teilweise durchsetzen sie das Flöz in seiner ganzen Mächtigkeit, teilweise sind sie nur in seiner Ober-, Mittel- oder Unterbank zu finden, teilweise setzen sie auch noch in das hangende oder liegende Nebengestein hinein. Sogar im mittleren Rotliegenden — (die Flöze liegen im unteren Rotliegenden) — sind solche Kämme nachgewiesen. Rote Schieferletten haben hier nach Beobachtungen von R. Hausse gangförmig andere rote Schieferletten, Sandsteine und ein Kalksteinlager durchsetzt.

Das Ausfüllmaterial der Kämme besteht meist aus einem tonigen Gestein, seltener aus fein- bis grobkörnigem Sandstein, der zuweilen auch Gerölle führt. Tonige Kämme können sekundär auch noch mit Kieselsäure imprägniert sein und hierdurch kompakt und fest werden („Tonstein"). Eckige Gesteinsbruchstücke und Kohlenfragmente sind lokal in der Füllmasse anzutreffen. Von der dunklen Kohle heben sich diese Kämme sehr deutlich durch ihre helle, grünlichgraue Färbung ab.

Die Salbänder der Kämme sind teils scharf und gerade, teils unregelmässig zerrissen. In letzterem Falle erscheint die Grenzfläche verzahnt und zackig, woher der Name „Kamm" für diese Gesteins-

[1]) R. Hausse, Erläuterungen zur geol. Spez.-Karte des Königr. Sachsen. Profile durch das Steinkohlenbecken des Plauenschen Grundes. Leipzig 1892. — R. Beck, Das Steinkohlenbecken des Plauenschen Grundes bei Dresden. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1893. S. 24ff.



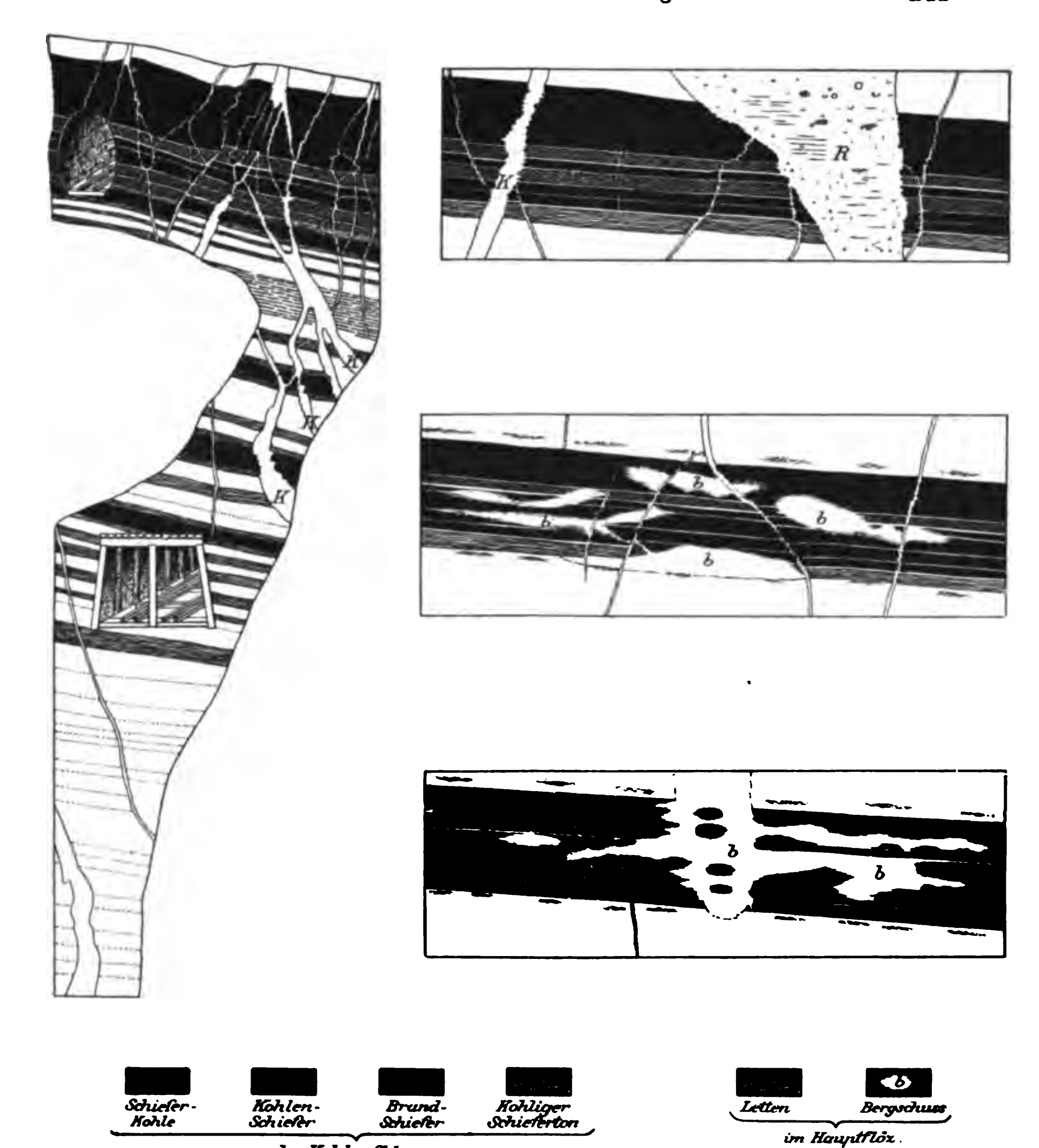


Fig. 60.

Kämme, Rücken- und Bergschüsse im Hauptflöz des Döhlener Beckens (nach Hausse).

1. Kamm im Beckenschacht-Revier zu Hänichen. 2. Rücken im Carolaschacht-Revier zu Döhlen. 3. Bergschuss im Carolaschacht-Revier zu Döhlen. 4. Bergschuss im Carolaschacht-Revier zu Döhlen. Bei allen Figuren K = Kamm, R = Rücken, b = Bergschuss.

Masstab 1 : 250.

durchsetzungen stammt. Zuweilen vertaubt die Kohle an den Salbändern der Kohle etwas (durch Kalk- und Kieselsäureaufnahme).

Ausläufer der Kämme treten gelegentlich in das Flöz ein. Schwellen sie hier an, so nehmen sie die Gestalt von „Bergschüssen" an. Diese Bergschüsse unterscheiden sich von Rücken und Kämmen nur dadurch, dass sie scheinbar allseitig in Kohle eingeschlossen sind.

Kreuzungen, Durchsetzungen und Schleppungen zweier oder mehrerer Kämme sind öfters beobachtet. Eine gegenseitige Durchsetzung von Kämmen ist besonders deutlich, wenn in beiden Kämmen verschiedenes Gesteinsmaterial vorliegt. So sind Durchsetzungen zweier Kämme bekannt, von welchen der eine aus grünlichem Schieferton, der andere aus gelblichgrauem Sandstein besteht.

Die „Rücken" zeigen betreff Form und Füllmasse dasselbe wie die Kämme. Sie unterscheiden sich von den Kämmen hauptsächlich nur durch ihre Grösse. Die „Rücken" durchsetzen die „Bergschüsse" und „Kämme", sind also jünger, werden aber ihrerseits wieder von den Hauptverwerfungen durchsetzt. Einige der „Rücken" sind auf 800 m Länge aufgeschlossen. Sie erreichen eine Breite bis zu 12 m.

Über die Entstehung der „Rücken" und „Kämme" lässt sich Folgendes sagen:

Kämme und Rücken sind Ausfüllungen von Klüften, welche im Flöz, aber auch im Hangenden und Liegenden desselben auftreten. Die Klüfte sind tektonischen Ursprungs, vor allem entstanden durch ein Emporwölben einzelner Teile des Beckens. Infolgedessen sind die Klüfte auf den Scheiteln der Emporwölbungen am häufigsten (Fig. 61). So nehmen auf der Kuppe des flachen Döhlener Sattels die „Rücken" und „Kämme" 30 Prozent der ganzen Flözfläche ein. Wie Fig. 62 zeigt, durchkreuzen sich die Rücken hier netzförmig, wobei die Hauptzweige strahlenförmig vom Scheitelpunkt des Sattels auslaufen. Ein ähnliches Netzwerk von „Kämmen" und „Rücken" beobachtet man auf dem langgestreckten Augustusschachter Sattel und an anderen Stellen.

Die Herkunft der Ausfüllmasse dieser Klüfte lässt sich grösstenteils auf Schichten im Hangenden des Flözes, bisweilen aber auch auf solche im Liegenden zurückführen. Da das Material nicht immer aus Ton, sondern mitunter aus Sandstein besteht, ja sogar Gerölle konglomeratischer Bänke einschliesst, so darf man annehmen, dass die Ausfüllung zu einer Zeit erfolgte, als die Verfestigung dieser Gesteine noch nicht so weit vorgeschritten war, wie heute.

Diesem Beispiele aus Sachsen seien noch einige Beispiele aus anderen Kohlenrevieren hinzugefügt.



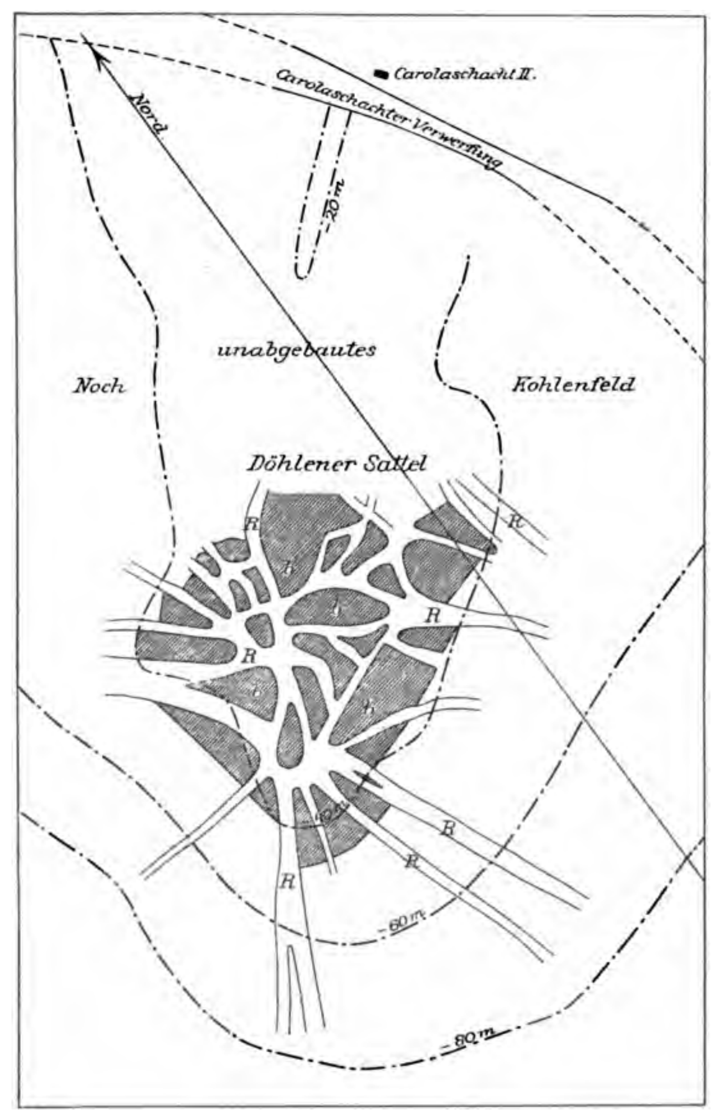
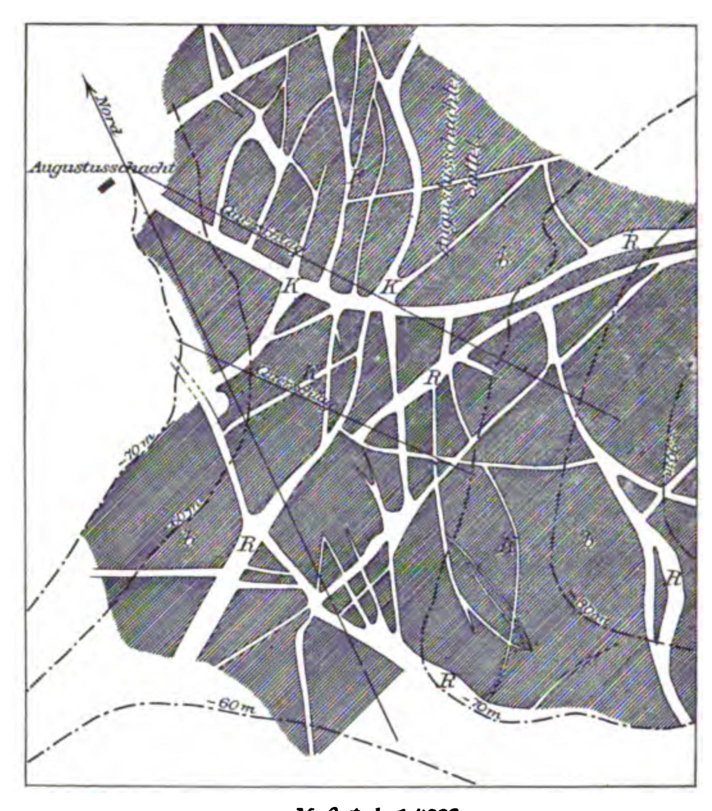


Fig. 61.

Radiär ausstrahlende Rücken im Hauptflöze auf dem Scheitel des Döhlener Sattels im Felde des Carolaschachtes II, Döhlener Becken, Sachsen (nach Hausse).

Im Saarbrückener Revier[1]) sind sedimentäre Gesteinsdurchsetzungen in Kohlenflöze ebenfalls bekannt. So enthält das dortige Schwalbacher Flöz eigentümliche Störungen, die man im Saarbrückener



Maßstab 1:4000.
10 0 50 100 150 200m

abgebautes Kohlenfeld. R - Rücken K - Kämme.
—·— Flöz-Horizontalkurven unter dem Meeresspiegel.

Fig. 62.
Kämme und Rücken im Hauptflöze auf dem Augustusschachter Sattel, Döhlener Becken, Sachsen (nach R. Hausse).

Revier als „Mauern" bezeichnet (Fig. 63). Diese Mauern sind mauerartige Toneinkeilungen im Flöz, welche vermutlich als Risse zu deuten sind, die vom Hangenden oder Liegenden her ausgefüllt wurden.

[1]) Der Steinkohlenbergbau des preuss. Staates in der Umgebung von Saarbrücken. 1. Teil. S. 61. Berlin 1904.

Im **Waldenburger** Revier[1]) ist das dortige Festnerflöz an vielen Stellen von unregelmässig verlaufenden ganz dünnen Rissen durchsetzt, welche mit Schieferton und Sandstein ausgefüllt sind und eine Breite von 0,001—0,06 m haben. Diese Schnüre durchsetzen das Flöz in geraden und gekrümmten Linien, kreuzen sich und stehen gewöhnlich senkrecht zur Flözebene. Grünenberg sieht in diesen Rissen „Schwundrisse", welche nach Ablagerung des Flözes bei einer vorübergehenden Trockenlegung entstanden sind und nachträglich mit Schlamm und Sand ausgefüllt wurden.

Auch in Braunkohlenflözen werden Gesteinsdurchsetzungen, welche aus sedimentärem Materiale bestehen, bisweilen beobachtet.

Das Braunkohlenflöz der Grube Ludwig bei Frose[2]) in Anhalt ist 20 m mächtig, wird aber durch Sandlagen in drei Bänke geteilt. Durchsetzt wird die Kohle hier von unregelmässigen, mehr oder weniger steilen Klüften, die mit weissem Quarzsand erfüllt sind. Die Breite

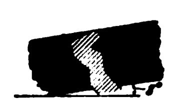
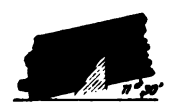
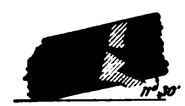
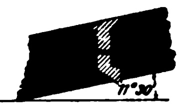





Fig. 63.
„Mauern" in einem Kohlenflöze des Saarbeckens (nach Prietze)[3]).

dieser Risse schwankt von Messerstärke bis zu 2 m Mächtigkeit. „Sie sind ausgefüllt mit Schwimmsand und tonigem Sand. Diese „Racheln" setzen zum Teil durch das ganze Flöz durch und noch weit in das Liegende hinein. Da das Flözliegende aus sehr mächtigem Ton besteht und unter diesem Ton artesischer Druck vorhanden war, so bildeten diese Racheln früher eine schwere Gefahr für den Betrieb und haben verschiedentlich erhebliche Störungen des Betriebes herbeigefürt, indem sie zu plötzlichen Wasserdurchbrüchen aus der Sohle Veranlassung gaben."

Auch die Braunkohlenflöze Schlesiens (z. B. Grube Caroline bei Muskau) zeigen nach G. Berg[4]) bisweilen Durchsetzungen von Sand.

Eine derartige Sandrachel zieht sich in der genannten Grube in diagonaler Richtung durch die dortigen beiden Sättel als schnurgerade

---

[1]) Grünenberg, Steinkohlenformation von Nieder-Hermsdorf. Waldenburg 1897.

[2]) Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 115. — Briefliche Mitteilung der Anhaltischen Kohlenwerke vom 6. Aug. 13.

[3]) Entlehnt Heise-Herbst.

[4]) G. Berg, Die Braunkohlenlagerstätten Schlesiens. In Festschrift zum XII. allg. deutschen Bergmannstage in Breslau. Bd. I. 1913.

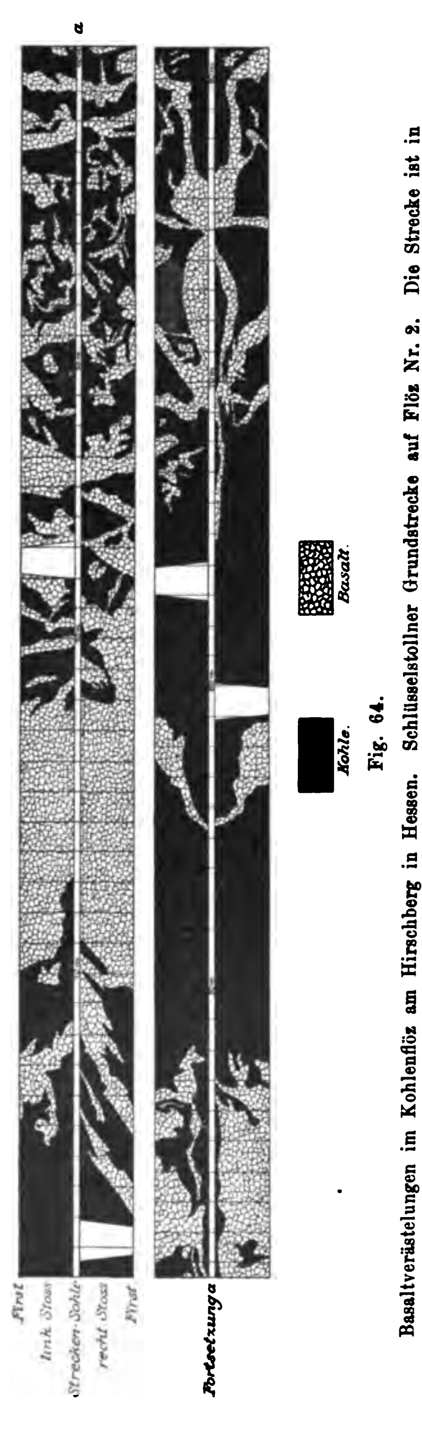


Fig. 64.

Basaltverästelungen im Kohlenflöz am Hirschberg in Hessen. Schlüsselstollner Grundstrecke auf Flöz Nr. 2. Die Strecke ist in der Zeichnung nach links und rechts aufgeklappt (nach A. Uthemann).

Linie hindurch. Sie reicht bis zu einer Tiefe von 36 m und ist oben 8 m, unten nur 1 m breit. Erfüllt ist sie mit scharfkörnigem Sande, der nur wenig Gerölle führt. Den Charakter dieser Rachel fasst daher Berg nicht als diluviale Erosionsrinne, sondern als Ausfüllung einer Spalte auf. Die Entstehung dieser Spalte schreibt Berg den Setzungserscheinungen der Braunkohle zu, welcher Erklärung wir selbst uns nicht unbedingt anschliessen möchten.

c) Eruptivgesteine als Spaltenausfüllung.

In englischen Kohlenrevieren sind Verwerfungsspalten in Steinkohlenflözen öfters mit Eruptivmassen ausgefüllt, welche einst in feurig-flüssigem Zustande aufgestiegen sind. Über die Veränderungen, welche die Kohle am Kontakte mit Eruptivgesteinen erlitten hat, siehe Seite 204.

Beim Empordringen können die Eruptivmassen das Flöz selbst weiter spalten und sich dann in der Kohle gleichsam verästeln. Resorptionserscheinungen mögen hierbei die Wege des vordringenden Eruptivgesteines noch vergrössert haben. Derartige Durchtränkungen eines Flözes mit Eruptivmassen sind z. B. am Hirschberg[3])

[3]) A. Uthemann, Die Braunkohlenlagerstätten am Meissner, am Hirschbergund am Stellberg. Abhdlg. d. Kgl. preuss. geol. L. A. N. F. Heft 7. Berlin 1892. S. 21.

in Niederhessen aufgeschlossen. Die nebenstehende Figur zeigt die beiderseitigen Stösse der aufgeklappten Schlüsselstollner Grundstrecke auf Flöz Nr. 2 (Fig. 64).

7. Verwerfungen.

Gleitet ein horizontal lagerndes Flöz bruchlos in ein tieferes Niveau hinab, so bezeichnet man diese Flözstörung als Flexur. Im Gegensatz zu den Falten sind Flexuren nicht die Folge eines Zusammenschubs, sondern die Folge einer Dehnung der Schichten. Durch Zerreissung gehen Flexuren oft in Verwerfungen über.

Man nennt ein Flöz verworfen, wenn sich ein Teil des Flözes an einer Kluft fortbewegt hat. Man unterscheidet zwei Arten von Verwerfungen. Ist der hangende Teil der Kluft gesunken, so nennt man die Verwerfung eine echte Verwerfung, ist aber der hangende Teil emporgeschoben, so nennt man die Verwerfung eine Überschiebung. Die Grösse der jedesmaligen Verschiebung bezeichnet man als Sprunghöhe, welche auf der Sprungfläche selbst (flache Sprunghöhe) oder direkt vertikal (saigere Sprunghöhe) gemessen wird.

Die Grösse einer durch Verwerfung entstandenen Verschiebung ist naturgemäss wechselnd und erreicht bisweilen nicht einmal die Mächtigkeit des Flözes. Bei diesen kleinen Verwerfungen stossen Teile desselben Flözes noch aneinander. Anderseits kann die Verwerfung auch sehr bedeutend sein und mehrere hundert Meter betragen. In diesem Falle verliert man das Flöz an der Verwerfung. Statt seiner findet man hinter der Kluft dann taubes Gestein oder — selten — ein anderes tiefer oder höher gelegenes Flöz.

a) Echte Verwerfungen.

Die echten Verwerfungen kann man je nach der Lage der Verwerfungsebene zum Streichen der Schichten in drei Gruppen gliedern. Man bezeichnet die Verwerfung als Längs- oder streichende Verwerfung, wenn Verwerfungsebene oder Streichen der Schichten mehr oder weniger zusammenfallen. Läuft die Verwerfungsebene annähernd rechtwinklig zum Streichen der Schichten, so bezeichnet man die Verwerfung als Querverwerfung (Fig. 65 u. 66), läuft sie unter einem beliebigen Winkel zum Streichen, so nennt man sie Diagonal- oder spiesseckige Verwerfung.

Auf der Karte erscheint der Verlauf der eingetragenen Verwerfungen nicht immer als gerade Linie. Die Verwerfungen zeigen hier oft flache

Krümmungen. Die **Verwerfungsflächen** bilden alsdann keine **Ebenen**, sondern **flachgebogene Flächen.**

Die Länge der Verwerfungen ist sehr verschieden. Im niederrheinisch-westfälischen Becken wechselt sie von einigen Metern bis ca. 20 km. Die Sprunghöhe der Verwerfungen schwankt in demselben Reviere von wenigen Zentimetern bis auf 1000 m.

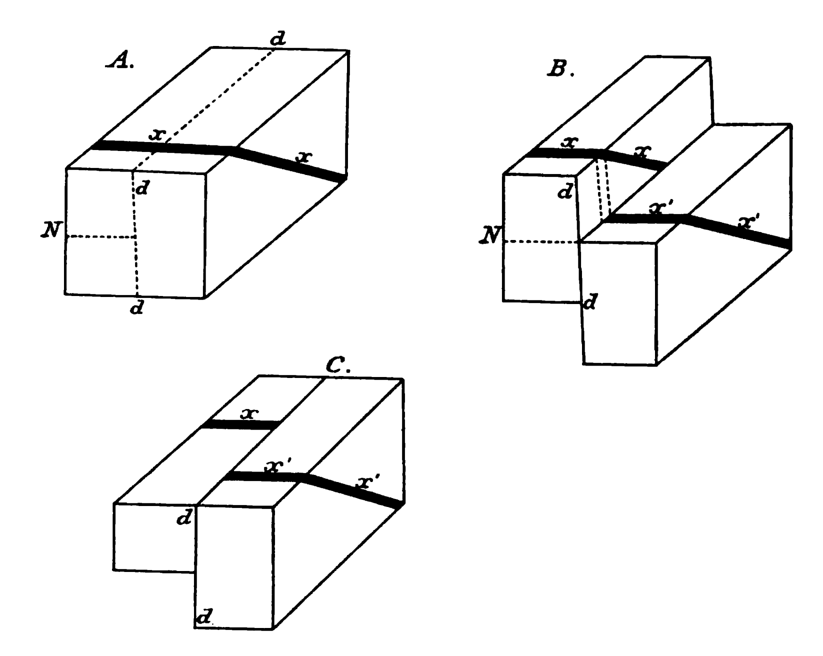


Fig. 65.

Modelle zur Erläuterung der Entstehung von Flözverschiebungen durch Querverwerfungen (nach Kayser).

A. Schichtenblock **vor** eingetretener Verwerfung. B. Derselbe mit längs der Kluft d d bis zum Niveau N abgesunkenen Hangenden. C. Derselbe, nachdem der stehengebliebene Teil so weit erniedrigt worden, dass seine Oberfläche mit der des gesunkenen Teiles zusammenfällt.

Die Sprunghöhe einer Verwerfung ist im Streichen der Störung nicht fortgesetzt dieselbe. Sie ist an den Endpunkten meist gering und in der Mitte am grössten. Es kann die Sprunghöhe an verschiedenen Stellen aber auch ohne besondere Regel sich schnell ändern.

Als Beispiel für die wechselnde Sprunghöhe einer Verwerfung sei die 19 km lange Hauptverwerfung Dahlhauser Tiefbau — Graf Bismarck in Westfalen angeführt, die auch unter dem Namen „Primus-Sprung"

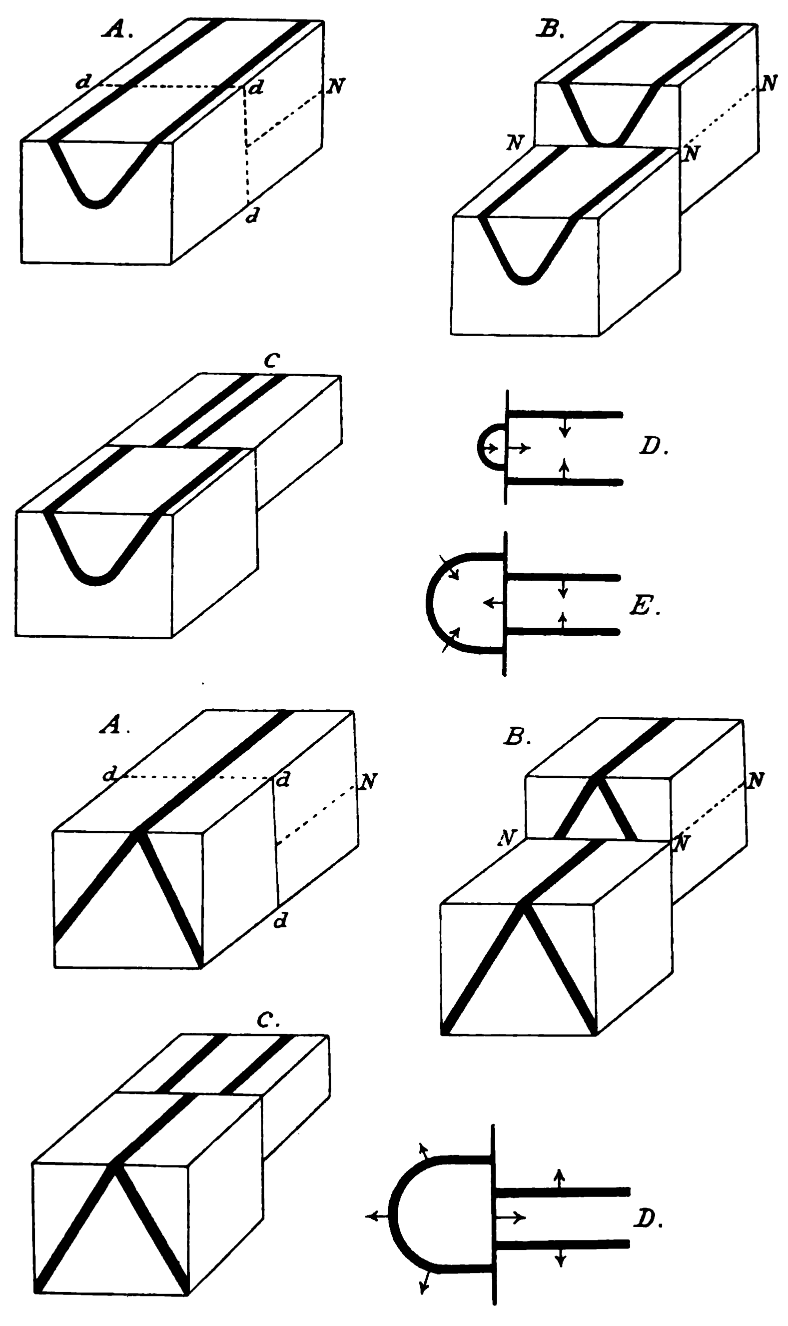


Fig. 66.

Von Querverwerfungen betroffene Mulden und Sättel (nach Kayser).

bekannt ist. Der krumme Verlauf der Störung und der Wechsel in der Sprunghöhe ist aus der Fig. 67 ersichtlich. —

Ein anderes Beispiel für schnelle Änderung der Verwurfshöhe im Streichen von Verwerfungen führt Krusch[1]) an. So hat die Courler Störung in Westfalen bei Courl nur etwa 10 m Verwurfshöhe, während dieselbe Störung 4 km weiter nordwestlich (Schacht Preussen I und II) eine Verwurfshöhe von über 600 m besitzt. Ein derartiges Absinken von Erdschollen kann man als bogenförmiges Absinken bezeichnen.

Die Verwerfungsfläche der Verwerfungen ist entweder ein glatter dünner Schnitt oder eine mehr oder weniger breite Kluft, welche selten leer, meist mit Reibungsprodukten oder anderem Material angefüllt ist. Wie seitlich so kann auch in vertikaler Richtung eine Verwerfung auskeilen (Fig. 68).

Treten mehrere Verwerfungen zusammen auf, so kann man folgende Fälle unterscheiden:

1. Die Verwerfungen sind einander parallel. Es entstehen alsdann „Staffelbrüche", wobei die einzelnen Schichten staffelförmig längs parallelen Brüchen absinken.

Als Beispiel solches staffelförmigen Absinkens mögen die Sprünge im Sattel von Zeche König Ludwig in Westfalen dienen.

Durch zwei rund 600 m voneinander entfernt liegende Sprünge wird hier bewirkt, dass die Flöze der unteren Fettkohlengruppe in treppenförmiger Lagerung dreimal erscheinen.

Als weiteres Beispiel für Staffelbrüche seien die Sprünge des Döhlener Beckens (Sachsen) angeführt. Die dortigen nicht gefalteten Kohlenlager sind durch zahlreiche grosse und kleine Verwerfungen staffelförmig abgesunken (Fig. 69). —

Ist eine Erdscholle zwischen zwei oder mehreren Erdschollen eingesunken, so bezeichnet man den eingesunkenen Teil als „Graben". Ist umgekehrt eine Erdscholle stehen geblieben, neben welcher rechts und links an parallelen Brüchen Absenkungen stattfanden, so bezeichnet man den stehen gebliebenen Teil als „Horst".

Durch eine solche Grabenversenkung ist in Westfalen zwischen dem Sprung westlich von Brüninghausen auf Klein-Barop und der östlich einfallenden „Glückaufer" Verwerfung die gesamte Fettkohlenpartie vor Erosion geschützt worden.

Im Buntsandsteingebiet von Volpriehausen sind durch einen Grabenbruch Braunkohlenflöze ebenfalls vor der Erosion geschützt worden (Fig. 70).

[1]) Krusch, Über neue Aufschlüsse im rheinisch-westfälischen Steinkohlenbecken. Monatsberichte d. D. g. G. 1906. S. 25 ff.



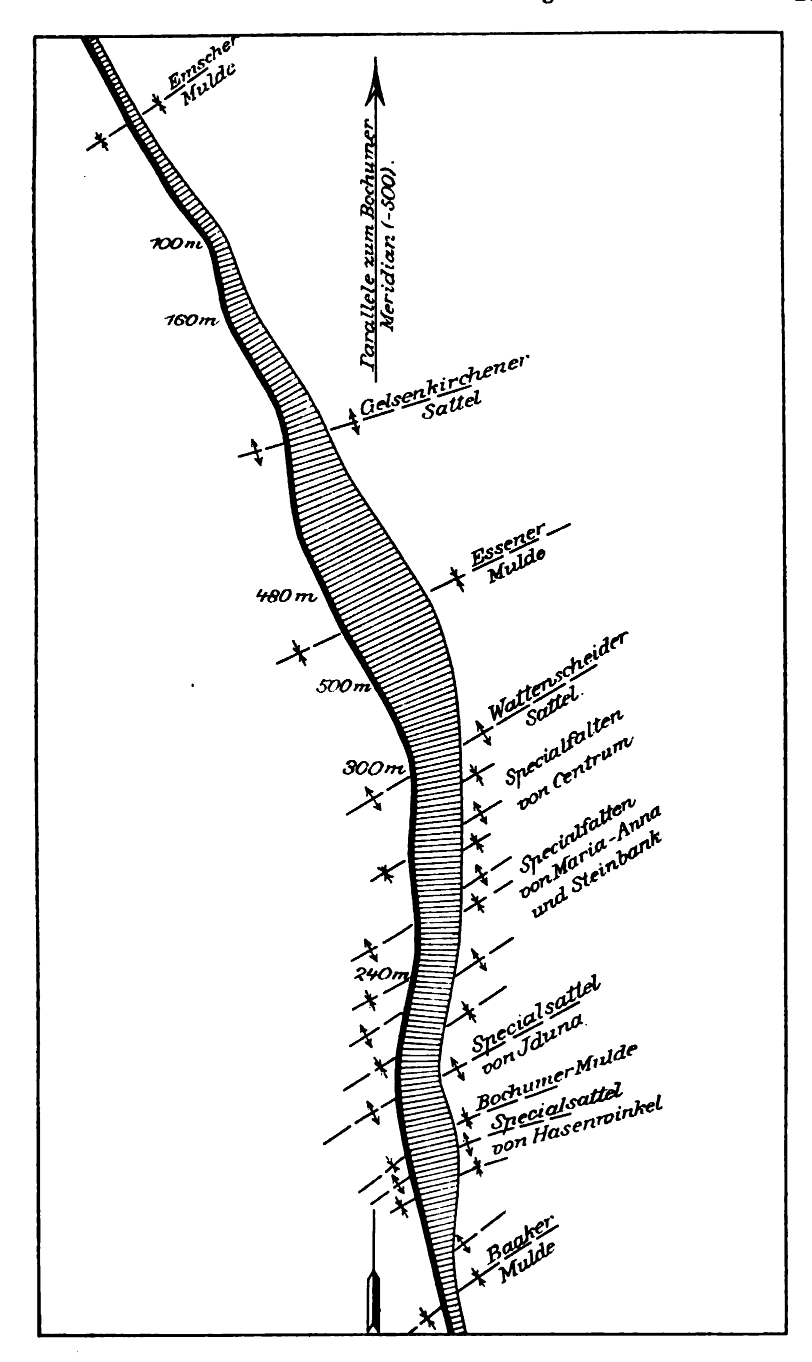


Fig. 67. Beispiel für die wechselnde Sprunghöhe einer Verwerfung. Hauptverwerfung Dahlhauser Tiefbau — Graf Bismarck (nach Cremer). Längenmasstab 1:100000. Böschungsmasstab 1 mm = 50 m Verwurf. Die Zahlen bedeuten das seigere Ausmass des Verwurfs in runden Ziffern.

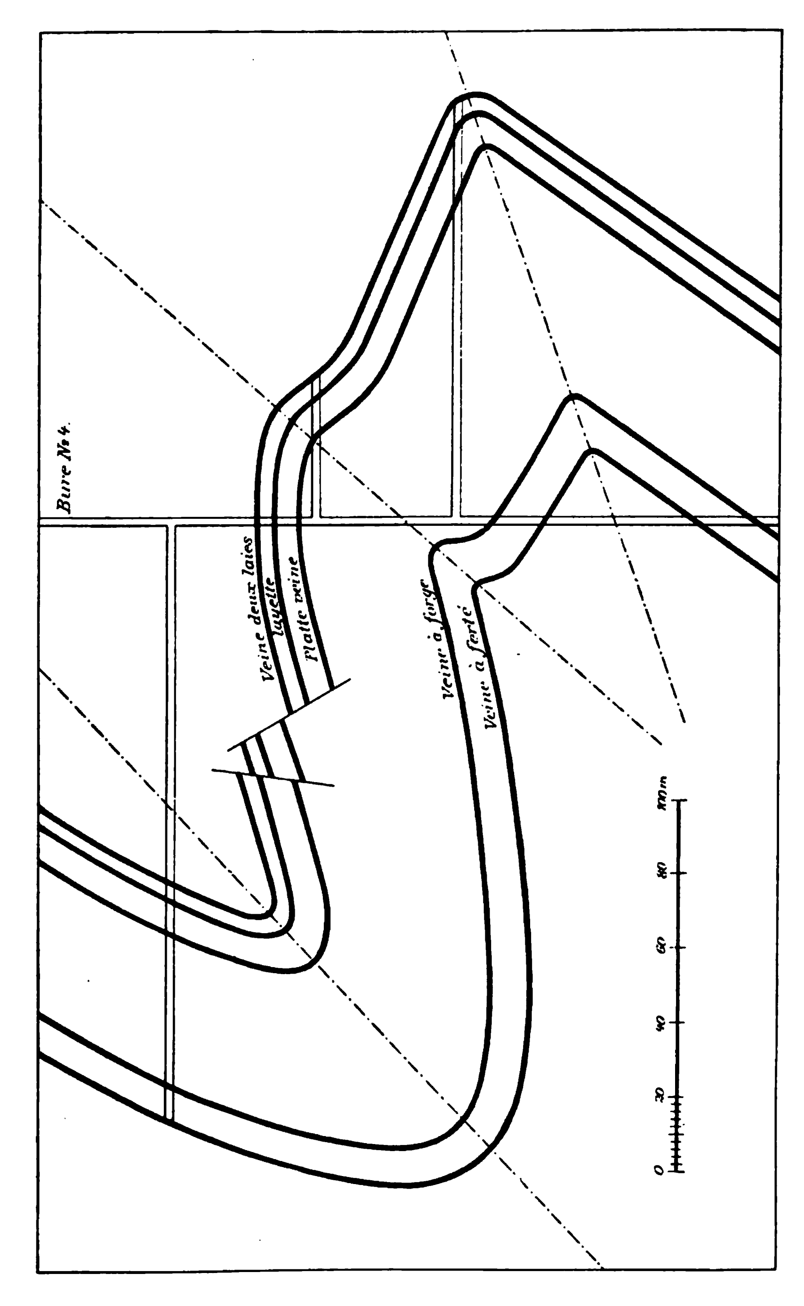


Fig. 68. Profil durch einige Flöze von La Fosse Nr. 4 des Grand Buisson bei Mons in Belgien (nach M. A. Burat). Ein Beispiel ausklingender Störungen.

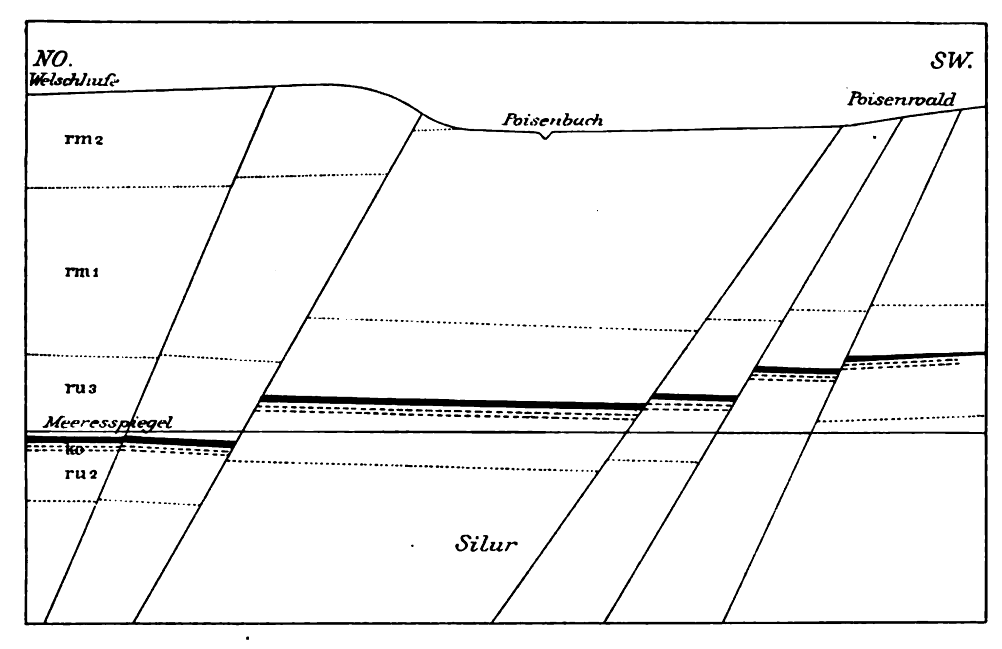


Fig. 69. **Staffelbrüche eines Kohlenflözes.** **Profil des Kohlenflözes und der dasselbe begleitenden Gesteine von Welschhufe bis nach dem Poisenwald. Döhlener Becken, Sachsen (nach R. Hausse).**
Masstab 1 : 6250.

rm_2 = Obere Abteilung des mittleren Rotliegenden,
rm_1 = untere " " " "
ru_3 = obere " " unteren "
ru_2 = untere " " " "
ko = Steinkohlenflöze.

Fig. 70. **Mit Braunkohle erfüllter Graben im Buntsandstein von Volpriehausen (nach Grupe)[1].**
Masstab etwa 1 : 5000.

---

[1]) Entnommen K. Keilhack.

Braunkohlenflöze in Grabenversenkungen sind in Norddeutschland bisweilen auch eigenartig gefaltet, obwohl die betreffenden Gebiete sonst keine Faltungen aufweisen. Die einzelnen Faltenachsen dieser Faltung[1]) sind hierbei einander parallel und reichen bis in beträchtliche Tiefen hinab. Da sich diese Faltungen aus lokalen Gründen nicht auf glaziale Erscheinungen zurückführen lassen, so muss man diese Faltung als eine Folge des Grabenbruches betrachten. Durch seitlichen Druck wurde hier der Oberflächenraum verkürzt und die nachgiebige tertiäre Schicht gefaltet.

Beispiele für „Horst"bildungen lassen sich aus Westfalen anführen. So kennt man südlich Münster derartige Horste. Dieselben erlauben

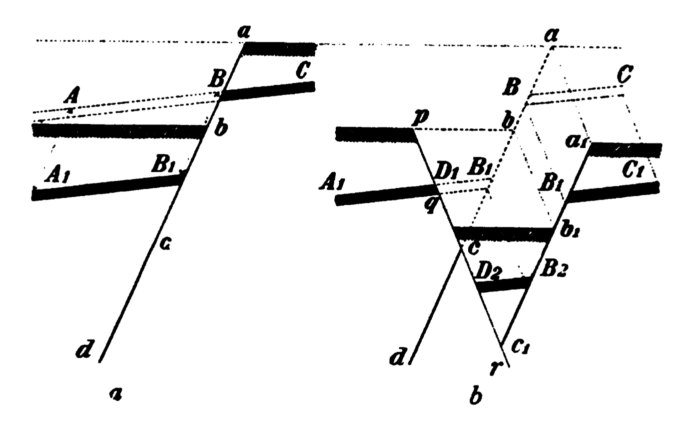


Fig. 71.
Entstehung eines Grabens durch Einwirkung eines jüngeren Sprunges auf einen älteren (nach Heise-Herbst).

hier teilweise erst den Beginn eines Bergbaues, da in ihnen die sonst allzu tief liegenden Flöze in günstigen Niveaus lagern. —

2. Die Verwerfungen verlaufen konzentrisch-bogenförmig. Es entstehen alsdann Kesselbrüche. Mit den bogenförmigen Sprüngen sind fast stets auch radiale Sprünge verbunden.

3. Die Verwerfungen stossen einander ab, ohne sich zu durchsetzen. Hierhin gehören auch all die Fälle, in welchen sich zwei oder mehrere getrennte Verwerfungen zu einer vereinen oder wo sich umgekehrt eine Verwerfung in mehrere andere gabelt.

4. Die Verwerfungen kreuzen einander. Es wird alsdann ein Sprung von einem anderen verworfen. Es sind diese Fälle recht zahl-

[1]) Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 54.

reich. Als Beispiel sei die Entstehung eines Grabens durch sich kreuzende Sprünge angeführt (Fig. 71). In dem angegebenen Falle ist zuerst der Flözteil A-B an der Kluft a b c abgesunken, so dass er in die Lage A_1-B_1 kam. Später wurde durch einen jüngeren Sprung p q r das Flözstück D_1-B_1 nach D_2-B_2 und das früher stehen gebliebene Flöz B-C nach B_1-C_1 verworfen. —

Oft sind auch zahlreiche Verwerfungen zu einer „Störungszone" vereint. Ein genaueres Verfolgen der Einzelverwerfungen ist alsdann sehr erschwert, und zieht man an solchen Stellen meist nur die Wirkung der gesamten Störungszone in Betracht.

Durch Faltung eines durch Verwerfungen gestörten Schichtenkomplexes werden auch Verwerfungen gefaltet. Die Entzifferung des tektonischen Bildes wird hierdurch sehr erschwert.

b) Überschiebungen.

Überschiebungen[1]) treten fast nur in gefalteten Gebieten auf. Sie liegen hier fast immer im Streichen der Schichten.

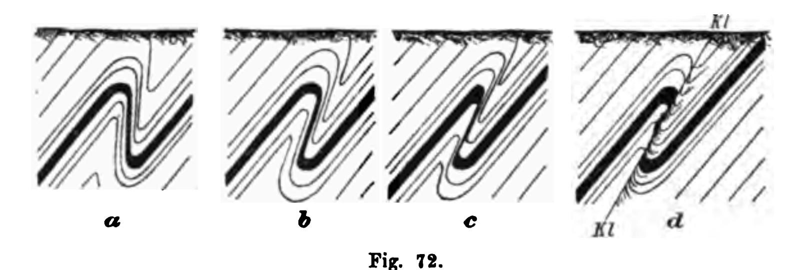


Fig. 72.

Entstehung einer Überschiebung als „Faltenverwerfung" (nach Heim)[2]).

Manche Überschiebungen kann man durch Faltung entstanden denken. Die Entstehung einer Überschiebung als Faltenverwerfung gibt das folgende Schema[1]) wieder (Fig. 72). Ob es sich bei solchen Störungen um Überschiebungen oder Unterschiebungen handelt, kann meist nicht mit Sicherheit ermittelt werden. Für die Praxis ist die Entscheidung dieser Frage ohne Bedeutung, da das Endergebnis in beiden Fällen dasselbe ist.

Die Überschiebungsspalte ist von der gewöhnlichen Verwerfungsspalte verschieden. Offene Klüfte und gangartige Ausfüllungen von

[1]) Nach Heise und Herbst, Lehrbuch der Bergbaukunde, I. Bd., 2. Aufl. Berlin 1911. S. 81.

[2]) Entlehnt Heise-Herbst.

Spalten findet man bei Überschiebungen nicht. Infolgedessen ist auch eine Wasserführung dieser Störungslinien sehr gering oder überhaupt nicht vorhanden. Im Steinkohlenbergbau sind aber kleine Überschiebungen oft dadurch gefährlich, dass sie durch Doppellagerung und Stauchung mächtiger Flöze starke Anhäufungen von Kohle bilden, welche infolge ihrer mulmigen Beschaffenheit zur Selbstentzündung neigt.

Für Überschiebungen seien einige Beispiele angeführt:

Im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbecken schwankt die Länge der dort bekannten Überschiebungen zwischen wenigen Zentimetern und über 30 km (Sutan). Ebenso schwankt die Sprunghöhe. Man kennt Sprunghöhen von nur wenigen Zentimetern oder Metern bis zu 1000, 1500, ja vielleicht 2000 m.

Die drei bedeutendsten Überschiebungen Westfalens treten, örtlich in Verbindung mit drei Hauptaufsattelungen auf. Es sind dies von Süden nach Norden:

1. die „Hattinger Überschiebung", auch Gibraltar-Überschiebung oder Satanella genannt, am Stockumer Sattel (südliches Einfallen, stellenweise 2000 m Verwurfshöhe);

2. der „Sutan" am Wattenscheider Sattel (südliches Einfallen, Verwurfshöhe 1000 m, auf rund 60 km aufgeschlossen);

3. die Überschiebung der Zeche Helene-Amalie am Gelsenkirchner Sattel (südliches Einfallen, 900—1000 m Verwurfshöhe).

Auch in anderen Revieren, wie z. B. Aachen, kennt man Überschiebungen. So wird das dortige Wurmrevier im Süden von einer grossen Überschiebung begrenzt, welche parallel der allgemeinen Streichrichtung (Südwest-Nordost) verläuft. Sie ist die Fortsetzung der grossen Überschiebung am Südrande des belgischen und nordfranzösischen Kohlenbeckens, welche unter dem Namen „faille du midi" oder „faille eifélienne" bekannt ist. An ihr sind Schichten devonischen, ja sogar silurischen Alters über Obercarbon hinübergeschoben. Die flache Sprunghöhe beträgt stellenweise 3000—4000 m.

Die Form dieser Überschiebung ist aus beifolgendem Profil und Grundriss ersichtlich (Fig. 73—75). Aus dem Grundriss ersieht man, dass hier unter älteren Schichten auch noch Kohle lagert. Eine in diesen älteren Schichten angestellte Bohrung würde also ausnahmsweise auch noch Kohle in der Tiefe angetroffen haben.

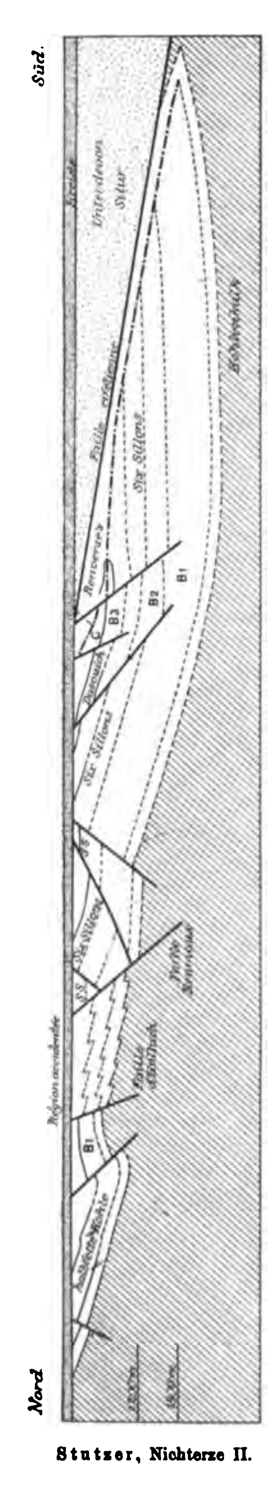


Fig. 73. Profil durch den westlichen Teil des Steinkohlenbeckens von Valenciennes nach der Linie B—B des Grundrisses. Das Profil zeigt die Überschiebung von Silur und Devon über Carbon, sowie die Transgression der Kreide über alle älteren Schichten (nach Defline). Masstab ca. 1 : 120 000.

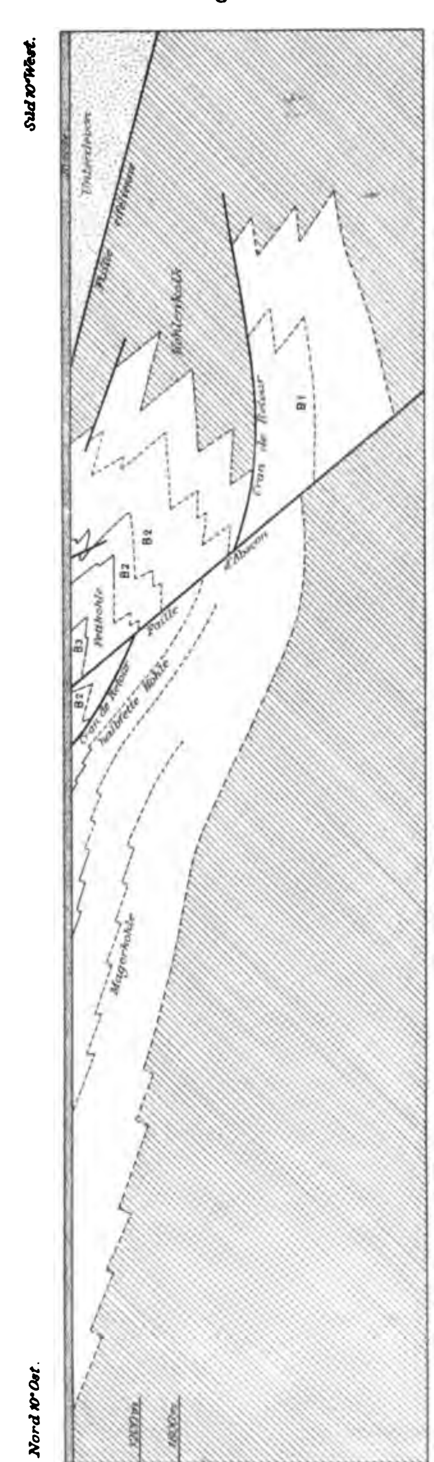


Fig. 74. Profil durch den östlichen Teil des Steinkohlenbeckens von Valenciennes in Nordfrankreich (nach Defline). Das Profil zeigt die Überschiebung älterer Schichten über Carbon. Masstab ca. 1 : 120 000.

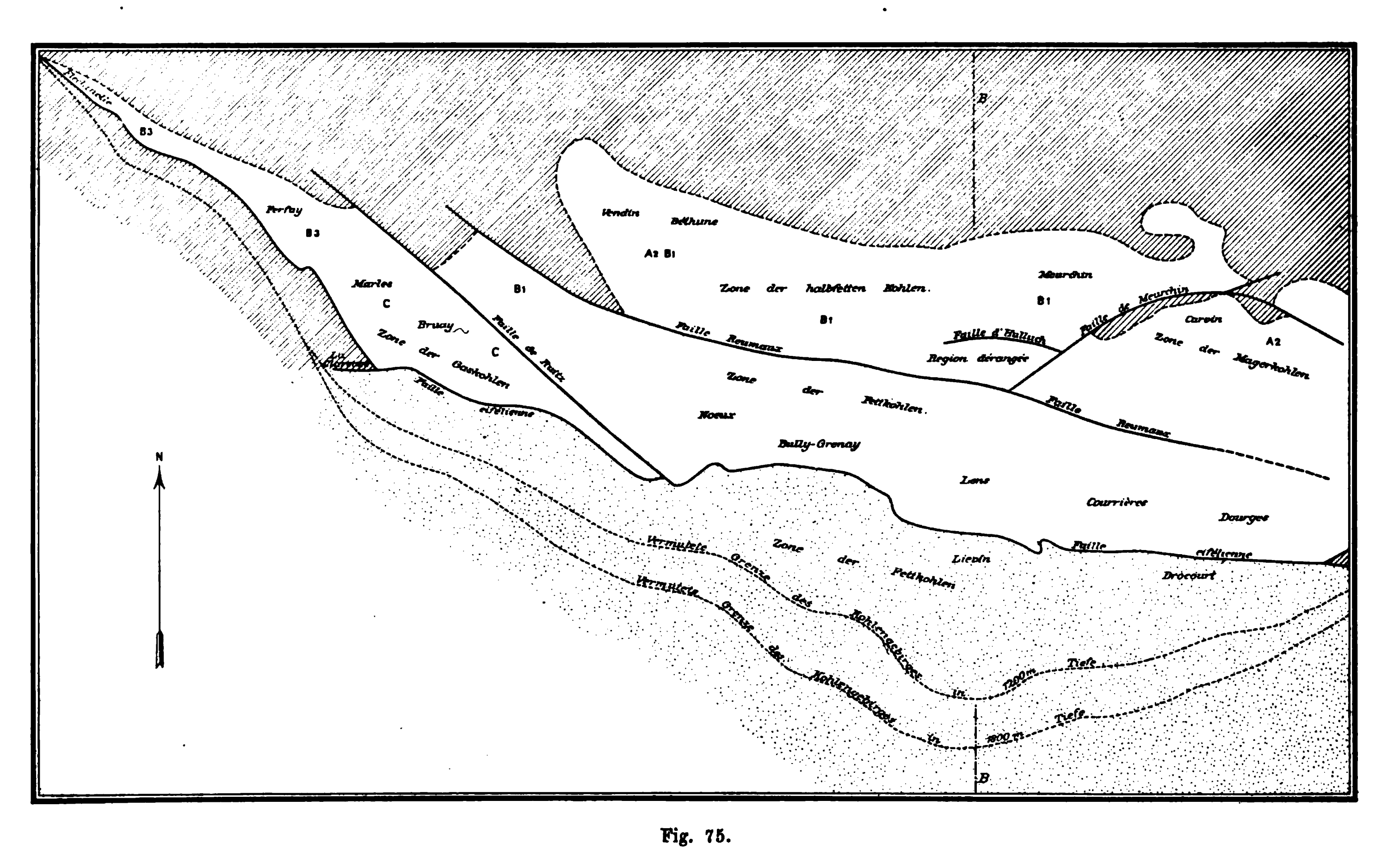


Fig. 75.

Grundriss des westlichen Teiles des Steinkohlenbeckens von Valenciennes in Nordfrankreich (nach Defline).
Punktiert = Silur und Devon, gestrichelt = Kohlenkalk, weiss = produktives Carbon. Im Süden des Beckens sind ältere Schichten über Carbon hinübergeschoben. Die vermutete Grenze des Kohlengebirges in grösserer Tiefe ist eingetragen. Masstab ca. 1 : 220000.

Wie gewöhnliche Verwerfungen, so können auch Überschiebungen gefaltet sein. Interessante Beispiele für derartige gefaltete Überschiebungen findet man im Kohlenbecken Westfalens (Fig. 76).

Ein Teil der dortigen Überschiebungen (nicht alle) ist von der Gebirgsbewegung noch mit ergriffen und selbst in Sättel und Mulden gefaltet, so dass innerhalb desselben Niveaus (Horizontalrisses) ein und dieselbe Überschiebung infolge der Faltung mehrmals erscheinen kann. Von derartig gefalteten Überschiebungen geben die beifolgenden

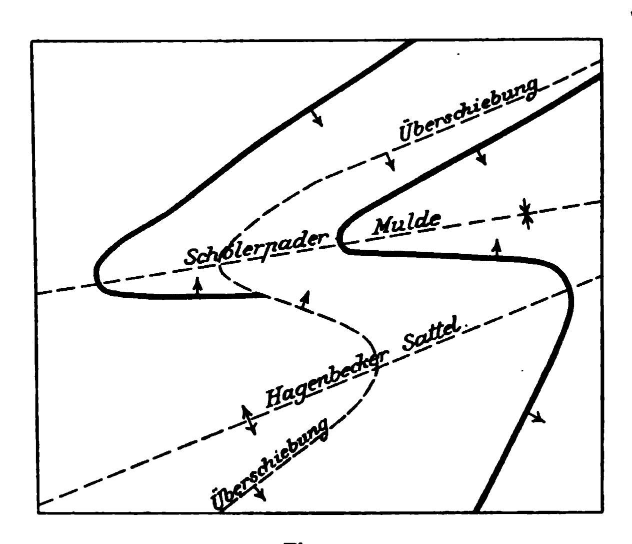


Fig. 76.
Schematischer Grundriss der Überschiebung des Hagenbecker Sattels in Westfalen (nach Cremer).

Fig. 77 u. 78 in Profil und Grundriss ein anschauliches Bild. Diese Überschiebungen sind wahrscheinlich gleichzeitig mit der Faltung entstanden. Nach F. A. Hoffmann[1]) zeigt es sich wenigstens, dass Überschiebungen und stärkere Faltungen in Westfalen zusammenfallen. Zudem soll der Einfallswinkel zwischen Überschiebungsebene und Kohlenflöz verschieden sein, so dass die Überschiebung nicht vor der Faltung der Kohlenflöze eingetreten ist, sondern während dieser Faltung, wobei die Überschiebung dann selbst noch von dem lang andauernden Faltungsprozess mit beeinflusst wurde.

---

[1]) F. A. Hoffmann, Ein Beitrag zu der Frage nach der Entstehung und dem Alter der Überschiebungen im westfälischen Steinkohlengebirge. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1895. S. 229.

Ein Zusammenauftreten **mehrerer Überschiebungen** bedingt den **Schuppenbau**. Diesen tektonischen Aufbau kann man sich

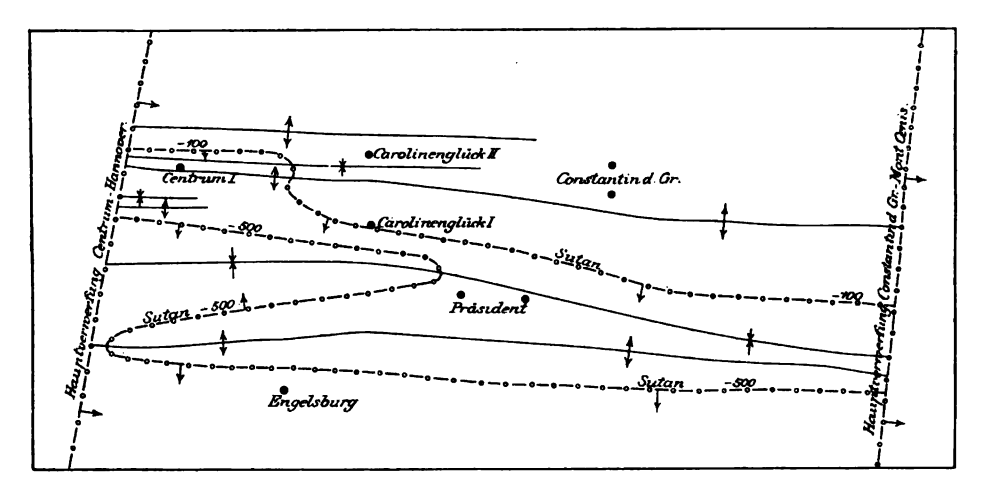


Fig. 77.
Verlauf der gefalteten „Sutan"-Überschiebung im Niveau — 100 und — 500. Zwischen den grossen Hauptverwerfungen Zentrum-Hannover und Mont Cenis-Konstantin d. Gr. in Westfalen (nach Cremer).

dadurch entstanden denken, dass die überkippten Schenkel von Normal- oder Isoklinalfalten zerreissen, wobei sich Überschiebungen bilden.

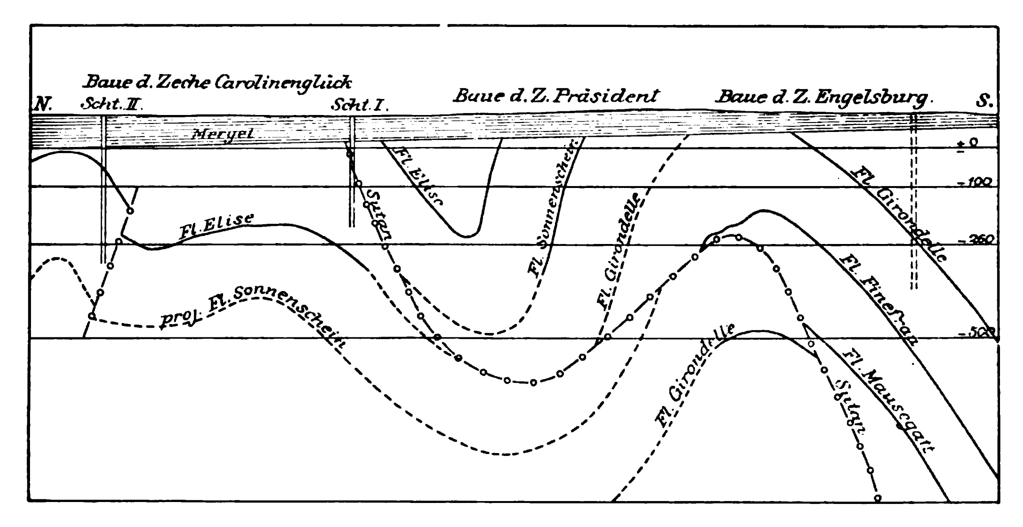


Fig. 78.
Profil der gefalteten „Sutan"-Überschiebung (nach Cremer).

Beispiele solcher Schuppenstrukturen findet man in den tieferen Bauen der Zechen Hibernia und Neu-Iserlohn in Westfalen (Fig. 79).

Alle diese Überschiebungen sind auf rein tektonische, d. h. meist unbekannte Ursachen zurückzuführen. Aber auch bekannte Faktoren können Überschiebungen verursachen. Es sei hier vor allem an die schiebende Kraft des diluvialen Inlandeises erinnert.

Derartige glaziale Überschiebungen beschreibt Keilhack aus dem Tagebau der Grube Berta bei Sauo und aus dem Tagebau Neudorf-Terpe südwestlich von Spremberg. Eine Folge der dortigen Überschiebungen ist eine bedeutende Zunahme der Kohlenmächtigkeit. Dieselbe beträgt an den Stellen der Überschiebung 40, 60 und mehr Meter.

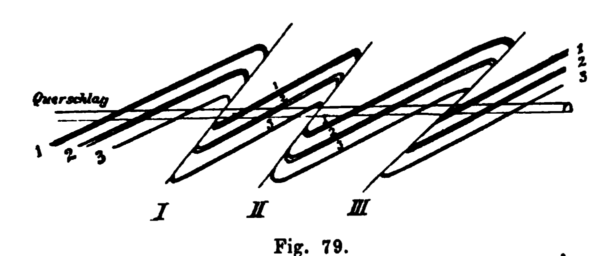


Fig. 79.
Schuppenlagerung durch Zusammenwirken mehrerer Überschiebungen (nach Heise-Herbst).

c) Transversale Horizontalverschiebungen.

Unter transversalen Horizontalverschiebungen versteht man horizontale Seitenverschiebungen an Trennungsflächen, welche meist quer zur Streichrichtung gefalteter Schichten verlaufen. Von Querverwerfungen unterscheiden sich transversale Horizontalverschiebungen dadurch, dass die Verschiebungen nicht in vertikaler, sondern in horizontaler Richtung erfolgten, wie aus der Richtung der Rutschstreifen zu ersehen ist.

Als Beispiel einer Horizontalverschiebung sei der „Grand transport“ in Belgien (Borinage) genannt. Die einzelnen Flöze sind hier 100 bis 140 m horizontal verschoben (Fig. 80).

Im rheinisch-westfälischen Industriebezirke werden Horizontalverschiebungen nur selten beobachtet. Ein Beispiel liefert der folgende Grundriss (Fig. 81) des Flözes Mausegatt von Zeche Schleswig bei Dortmund. Man erkennt diese Störung im Grundriss sofort als Verschiebung, da die beiden Teile des gestörten Sattels die gleiche Breite haben, was bei einer gewöhnlichen Verwerfung nicht möglich ist.

Die grösste der im Ruhrbezirk bisher bekannten Verschiebungen geht durch die Zechen Courl und Massen bei Dortmund. Die dortige

Horizontalverschiebung ist auf etwa 5 km Länge bei einer Horizontalverschiebung von 400—500 m aufgeschlossen.

Auch im Zwickauer Revier sind als Seltenheit Horizontalverschiebungen bekannt (Fig. 82).

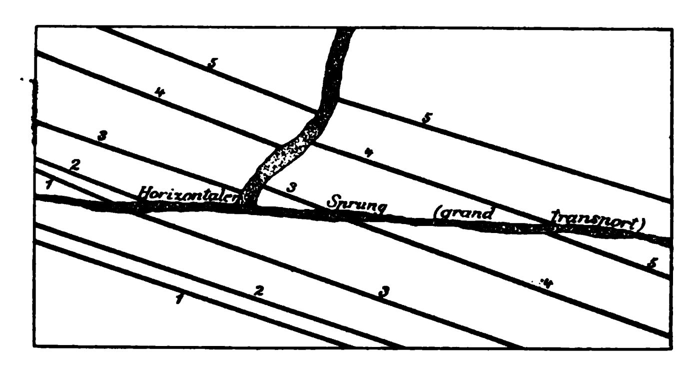


Fig. 80.
Beispiel eines horizontalen Verwurfes. (Transport von Borinage in Belgien.)
Die hier erfolgte Verschiebung der Schichten beträgt 100—140 m (nach Demanet).

Die Entstehung der Horizontalverschiebungen lässt sich darauf zurückführen, dass die verschiedenen Gebirgsteile bei horizontalem Seitendruck ungleichen Widerstand entgegensetzten. Sie wurden hierdurch in der Druckrichtung zerrissen und verschoben. Solche Druck-

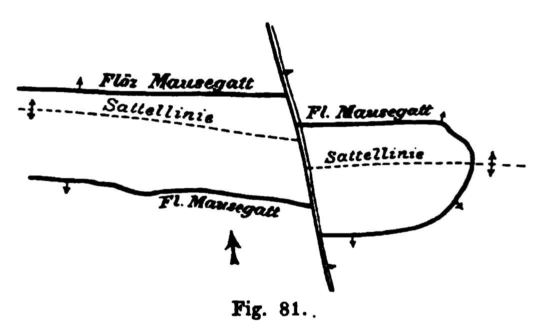


Fig. 81.
Grundriss der Horizontalverschiebung von Zeche „Schleswig“ bei Dortmund (nach Heise-Herbst).

wirkungen konnten während und nach einer Faltung entstehen. Der erstere Fall ist häufiger. Charakteristisch für diese Verschiebungen ist dann häufig, dass die Falten auf jeder Seite der Spalte verschieden ausgebildet sind (Fig. 83 u. 84). Man bezeichnet solche Störungen auch als „verwischte Verschiebungen“.





Fig. 82. Transversale Horizontalverwerfung des 1. Flözes im Felde der Zwickauer Bürgergewerkschaft (Überhauen 302). Masstab 1 : 60. Mächtigkeit des Flözes im Liegenden der Verwerfung = 3,90 m (3,46 m Kohle und 0,44 m Berge); Mächtigkeit des Flözes im Hangenden der Verwerfung = 5,55 m (4,92 m Kohle und 0,63 m Berge).

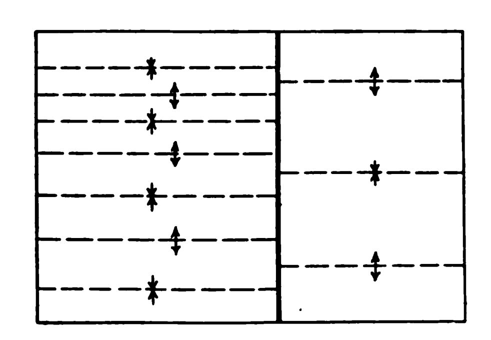


Fig. 83. Schema einer Verschiebung mit ungleicher Faltenentwicklung (nach Mentzel).

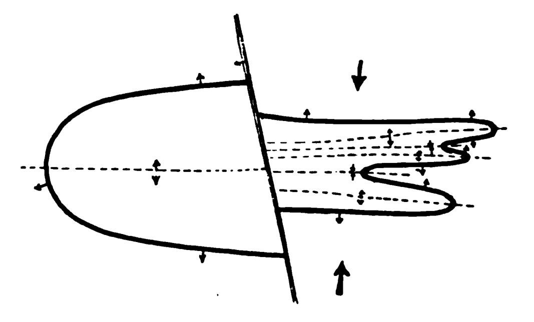


Fig. 84. Grundriss einer vor oder während der Faltung entstandenen Horizontalverschiebung (nach Heise-Herbst).

Als Beispiel hierfür sei die „Wieschermühlenstörung“ der Zechen Prinz von Preussen, Vollmond und Heinrich Gustav in der Gegend von Langendreer (Ruhr) genannt. Auf beiden Seiten dieser Störung ist die Faltung durchaus verschieden, obwohl dieselben Flözgruppen auftreten. Beide Faltensysteme setzen an der Störungszone plötzlich und unvermittelt ab.

d) Reibungsspiegel, Rutschstreifen, Schichtenbiegung, Flözschleppung.

Durch Bewegung und Reibung während des Verwerfungsvorganges haben sich dem Flöze selbst auch einige charakteristische äussere Merkmale eingeprägt. So entstand oft eine Glättung der Spaltenwände, die bisweilen sogar eine spiegelglatte Politur aufweisen. Man

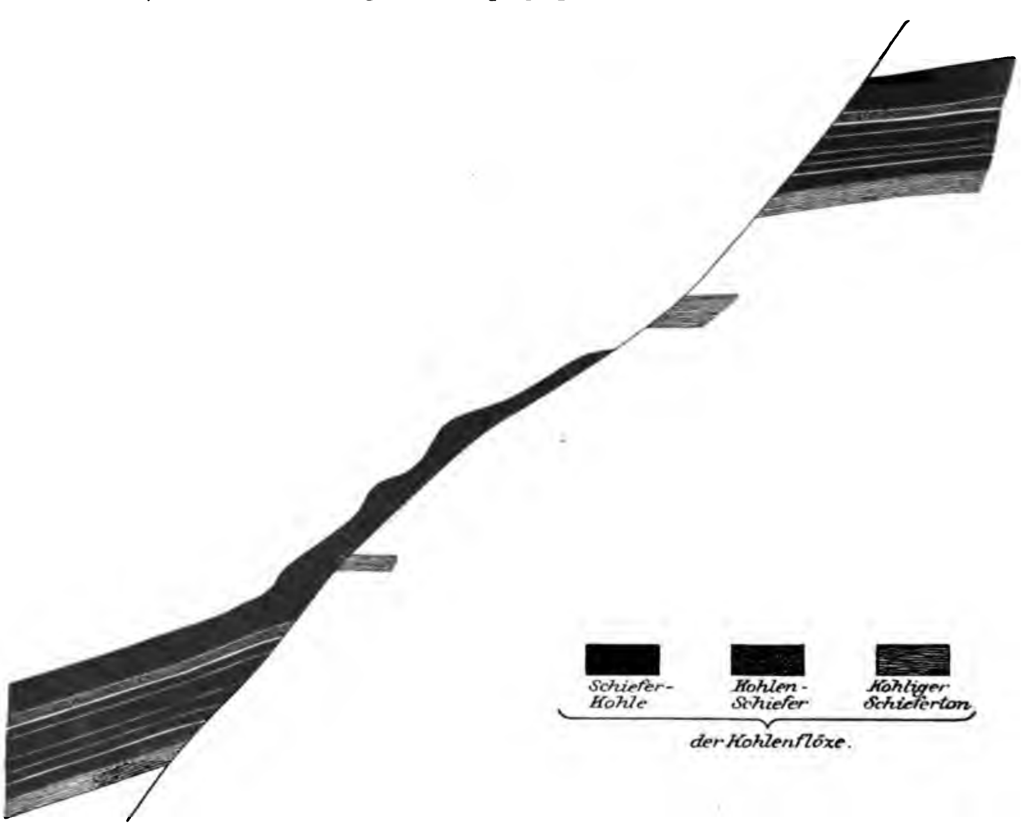


Fig. 85.

Schleppung der oberen Kohlenschicht des Hauptflözes an der Carolaschachter Verwerfung im Segen-Gottes-Schachtrevier bei Niederhesslich (nach Hausse). Masstab 1 : 250.

spricht in diesen Fällen von Harnischen oder Reibungsspiegeln. Die Reibungsflächen besitzen ferner häufig Rinnen, sog. Rutschstreifen, aus deren Richtung man auf die Richtung der stattgefundenen Verschiebung schliessen kann.

Eine weitere Folge der Verwerfungen sind Schichtenbiegungen. Hierbei sind die Schichten des abgesunkenen Teiles an der Kluft nach oben gebogen, die des stehengebliebenen Teiles nach unten. Bei Überschiebungen zeigt der nach oben geschobene Teil eine Schichtenbiegung nach unten, der stehengebliebene Teil eine Schichtenbiegung nach oben.

Wie im Kleinen, so sind solche Schichtenbiegungen auch im Grossen vorhanden. So sind längs des „Randbruches" im niederschlesischen Steinkohlenrevier die Flöze in der Nähe der Verwerfung mehr oder minder steil aufgerichtet. Ein schönes Beispiel für Flözaufrichtung in der Nähe einer Verwerfung bietet auch das Verhalten der oberschlesischen Steinkohlenflöze an der Orlauer Störung.

Eine eigenartige Flözschleppung an einer Verwerfung hat man im Döhlener Kohlenbecken (Sachsen) angetroffen. Im Hangenden der dortigen Carolaschachter Verwerfung ist die Oberbank des Hauptflözes auf etwa 10 m Länge beim Absinken an der Verwerfungskluft geschleppt worden (Fig. 85). —

Der Charakter der Kohle ist in der direkten Nähe von Verwerfungen meist etwas verändert. Diese Veränderungen beziehen sich teils auf die Struktur der Kohle, teils auf ihre chemische Zusammensetzung. So wird die Kohle in der Nähe der Störung bisweilen zerreiblich, bisweilen auch hart und steinig. In manchen Fällen ist aber überhaupt keine Beeinflussung festzustellen.

e) Das Alter der Verwerfungen.

Das Alter der Verwerfungen kann man ebenso wie das Alter der Faltungen meist nur annähernd bestimmen. Die Verwerfung resp. Faltung ist jedenfalls immer jünger als die verworfene resp. gefaltete Schicht und älter als eine diskordant über diesen Störungen lagernde nicht mitverworfene resp. nicht mitgefaltete Gesteinsschicht.

Interessant ist der gelegentliche Nachweis, dass an einer aufgerissenen Spalte Bewegungen der Erdscholle auch zu verschiedenen Zeiten stattfinden können (Fig. 86). Beispiele hierfür bietet die „Blumenthaler Hauptstörung" im Ruhrbezirk und der „südliche Hauptsprung" im Saarrevier. Der Verwurf geht hier ausser durch das produktive Kohlengebirge auch durch das diskordant darüber lagernde Deckgebirge hin-

durch, aber mit viel kleinerer Sprunghöhe. Man muss daher annehmen, dass der Hauptverwurf bereits vor Ablagerung des Deckgebirges eingetreten war, dass später aber eine erneute, schwächere Bewegung an der schon vorgebildeten Spalte stattfand ($a—a_1$ des Schemas).

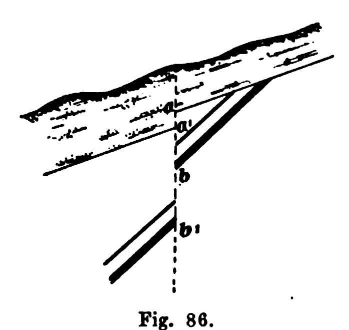


Fig. 86.
Verwerfung mit zweimaliger Bewegung des gesunkenen Teiles (nach Heise-Herbst).

Im Folgenden seien einige Beispiele für Altersbestimmungen von Störungen gegeben.

Im Saarkohlenbecken erfolgte die Aufrichtung und Faltung der Flöze nach Ablagerung des unteren Rotliegenden, aber vor Ablagerung des Buntsandsteins; denn das untere Rotliegende ist hier noch mitgefaltet, der Buntsandstein aber diskordant und zwar annähernd horizontal darüber gelagert.

Im Aachener Becken treten zwei grosse Quer-Verwerfungen auf, „Feldbiss“ und „Sandgewand“. Das Alter dieser Verwerfungen ist verhältnismässig jung. Das jüngere Deckgebirge ist hier noch mit verworfen. Es gilt dies in erster Linie vom Tertiär, in geringerem Grade auch noch vom Diluvium. Die Sprunghöhe der Verwerfung ist in

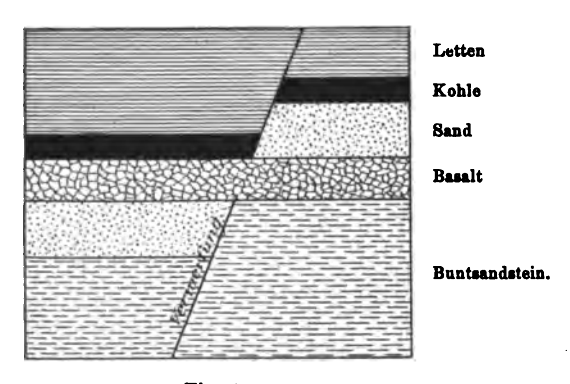


Fig. 87.
Lagergang von Basalt am Stellberg in Hessen, jünger als eine die dortige Braunkohle durchsetzende Verwerfung (nach Uthemann).

diesen jüngeren Schichten aber nicht so gross als im Steinkohlengebirge. Man kann daraus schliessen[1]), dass die Senkung in vortertiärer (vorsenoner) Zeit begonnen hat und später (z. T. heute noch) fortdauerte.

[1]) Jacob, Die örtlichen Hauptstörungen im Aachener Becken mit besonderer Berücksichtigung ihres Alters. Z. f. prakt. Geol. 1902. S. 321.



Im niederrheinisch-westfälischen Becken sind die Verwerfungen jünger als die Faltungen, aber älter als die Kreidebedeckung, welche nicht mehr mitverworfen ist. Die in demselben Becken vorkommenden Überschiebungen sind älter als die dortigen Querverwerfungen.

Im Zwickauer Becken dürfte die Mehrzahl der Verwerfungen ein sehr jugendliches Alter haben, da sie durch die hangenden Schichten, teilweise sogar durch Diluvium noch hindurchsetzen. Als ältere Verwerfung dieses Reviers findet sich in der Literatur[1]) eine nordwestlich vom Wilhelmschacht I auftretende Verwerfung erwähnt. Dieselbe hat hier das Zechkohlenflöz mit 14 m Sprunghöhe verworfen, aber das nächst höhere Lehekohlenflöz nicht mehr erreicht. Es wäre diese Verwerfung demnach eventuell älter als die obere Abteilung des Oberkarbon.

Über diluviale Verwerfungen im Braunkohlenflöz der Niederlausitz berichtet K. Keilhack[2]). Tertiäre und interglaziale Schichten sind hier zusammen mit der Braunkohle verworfen, während diluvialer Geschiebemergel das Ganze überdeckt. Die Verwerfung selbst ist im Tagebau der Pfännerschaft prachtvoll aufgeschlossen.

Verwerfungen während der Ablagerung der Kohlenflöze haben nachweisbar bei den miocänen Braunkohlenvorkommen am Niederrhein[3]) stattgefunden. Die Braunkohlen sind während ihrer Entstehung zum Teil grabenartig eingesunken, wobei Pflanzenwachstum und Absinken sich das Gleichgewicht hielten. Hierdurch entstanden die bis 100 m mächtigen Braunkohlenflöze einzelner Stellen des Vorgebirges bei Köln. Derartige Verwerfungen sind heute im Flöz selbst kaum als Brüche noch nachweisbar, da das Pflanzenmaterial zur Zeit der Flözbildung noch nicht verfestigt war. Man kann diese Verwerfungen daher nur durch ein plötzliches Ansteigen des Liegenden, sowie allenfalls durch eine Schichtenbiegung im Flöz nachweisen. Der untermiocäne Ton, welcher nach Bildung der Braunkohle sich über dieser ablagerte, streicht ungestört über solche Verwerfungen hinweg, wodurch das Alter der Verwerfung bestimmt ist.

In der Gegend von Bitterfeld[4]) bei Leipzig werden die dortigen Braunkohlenflöze in verschiedenen Feldern durch einen etwa 140 m breiten und 8 m tiefen Flözgraben gestört. Dieser versenkt hier das

---

[1]) Th. Siegert, Erl. z. geol. Spez.-K. d. Kgr. Sachsen. Leipzig 1901. S. 10.

[2]) K. Keilhack, Die geologischen Verhältnisse des Niederlausitzer Braunkohlengebietes. Grube Ilse, N.-L., 1913.

[3]) Der Bergbau auf der linken Seite des Niederrheins. Berlin 1910. IV. Teil. S. 70.

[4]) Handbuch für den Deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1907. S. 160.

Flöz um 8 m, ohne dass aber der hangende Ton diese Einsenkung mitmacht. Die Mächtigkeit des zwischen Flöz und Ton lagernden Sandes schwillt hierbei von 20 Zentimeter auf 8 Meter an. Es hat dieser Einbruch demnach kurz nach Ablagerung der Kohle stattgefunden.

8. Einfluss der Flözstörungen auf den Kohlenreichtum der Grubenfelder.

Flözfaltungen, Verwerfungen und Überschiebungen haben den Flözreichtum eines Grubenfeldes oft sehr verändert. So bedeutet der Zu-

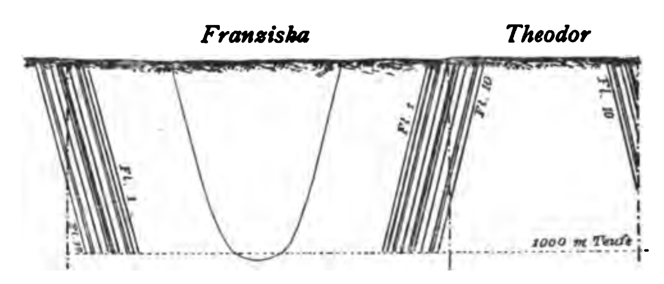


Fig. 88.
Verringerung des gewinnbaren Flözreichtums durch Faltung (nach Heise-Herbst). Das Muldentiefste liegt zu tief.

sammenschub der Schichten durch Faltung im allgemeinen eine Erhöhung des Kohlenreichtums. Eine starke Faltung kann aber auch hierbei eine gewisse Verminderung der gewinnbaren Kohlenmenge herbeiführen. Wie Fig. 88 zeigt, liegt das Muldentiefste der dortigen gefalteten

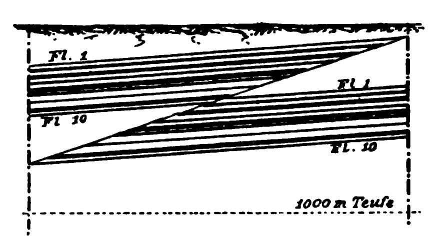


Fig. 89.
Erhöhung des Flözreichtums durch Überschiebung (nach Heise-Herbst).

Flözgruppe zu tief, um noch mit Gewinn abgebaut zu werden. Gleichzeitig ist der Sattel im Felde Theodor desselben Profiles durch Erosion verschwunden, so dass die dort ursprünglich vorhandenen Flöze auch verschwunden sind.

Fig. 89 zeigt nach Heise-Herbst[1]) den Einfluss der Überschiebung auf den Kohlenreichtum eines Grubenfeldes. Es ist hier durch „Doppellagerung“ die Flözfolge in geringer Tiefe zweimal zu erwarten. Der Kohlenreichtum hat also zugenommen.

Die Bedeutung der Sprünge für den Flözreichtum eines Flözes zeigt nach Heise-Herbst das folgende Beispiel (Fig. 90). „Die auf dem Horst bauende Grube „Berggeist“ hat in ihrem Felde nur noch ein flözarmes Gebirgsmittel und ist dadurch in der Flözführung erheblich benachteiligt gegenüber der Nachbargrube „Abendstern“, in deren Feld die flözreiche Partie durch Absinken an der Kluft entlang erhalten geblieben ist. Dafür ist allerdings hinsichtlich der Deckgebirgsverhältnisse die Grube „Berggeist“ wieder im Vorteil. Denn die nach Ab-

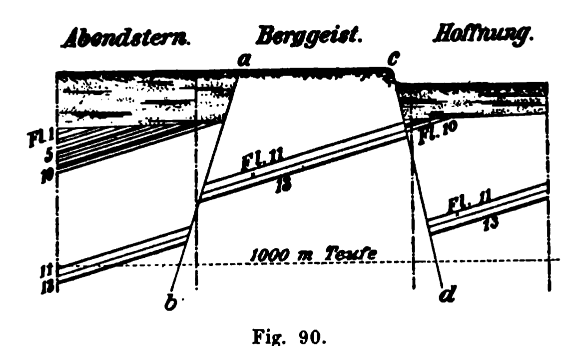


Fig. 90.
Beeinflussung des Flözreichtums durch Verwerfungen (nach Heise-Herbst).

lagerung des Deckgebirges entstandene Verwerfung a—b hat ausser den Flözen auch das Deckgebirge vor der Denudation geschützt, so dass dieses im Felde „Abendstern“ noch in fast 300 m Mächtigkeit vorhanden ist und daher bei starker Wasserführung oder lockerer Beschaffenheit dem Schachtabteufen erhebliche Schwierigkeiten in den Weg legen kann, während es im Felde „Berggeist“ vollständig wieder abgetragen ist. Besonders ungünstig liegen die Verhältnisse im Felde der Grube „Hoffnung“. Hier ist der Verwurf an der Kluft c—d erst nach Zerstörung des grössten Teiles der reichen Flözgruppe eingetreten und hat dem Meere Zutritt in dies Gebiet verschafft, wodurch die hier fast ausschliesslich noch in Betracht kommende und ohnehin erst in grosser Tiefe zu erwartende kleine Flözgruppe 11—13 erst nach Durchteufung eines rd. 150 m mächtigen Deckgebirges erreicht werden kann.“ (Heise-Herbst.)

[1]) Heise-Herbst, Lehrbuch der Bergbaukunde. I. Bd. 2. Aufl. Berlin 1911. S. 35.



Eine starke Verringerung des Kohlenreichtums eines Grubenfeldes tritt auch durch gewöhnliche Verwerfungen ein. Derartiges ist aus der beifolgenden Höhenschichtenkarte des Hauptflözes im Lugau-Ölsnitzer Revier (Sachsen) sofort zu ersehen (Tafel XXVI).

9. Der Einfluss der Flözstörungen auf Bohrresultate.

Es sei hier auch der Einfluss von Verwerfungen und Faltungen auf Bohrresultate kurz erwähnt (Fig. 91).

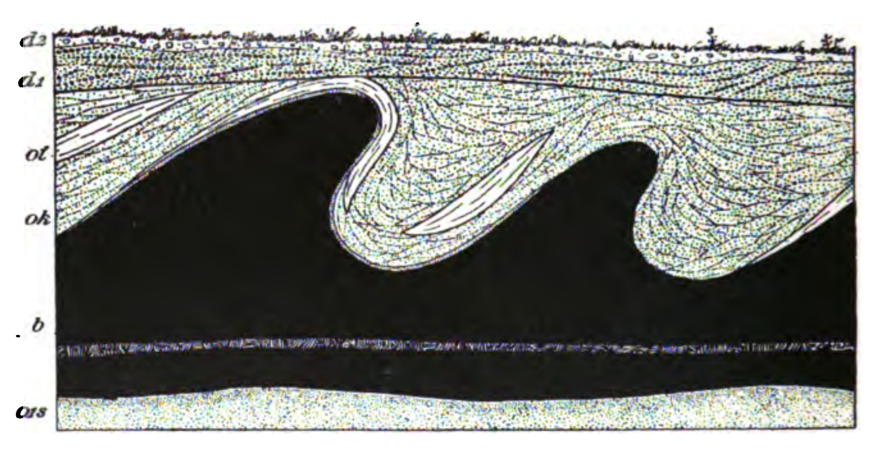


Fig. 91.

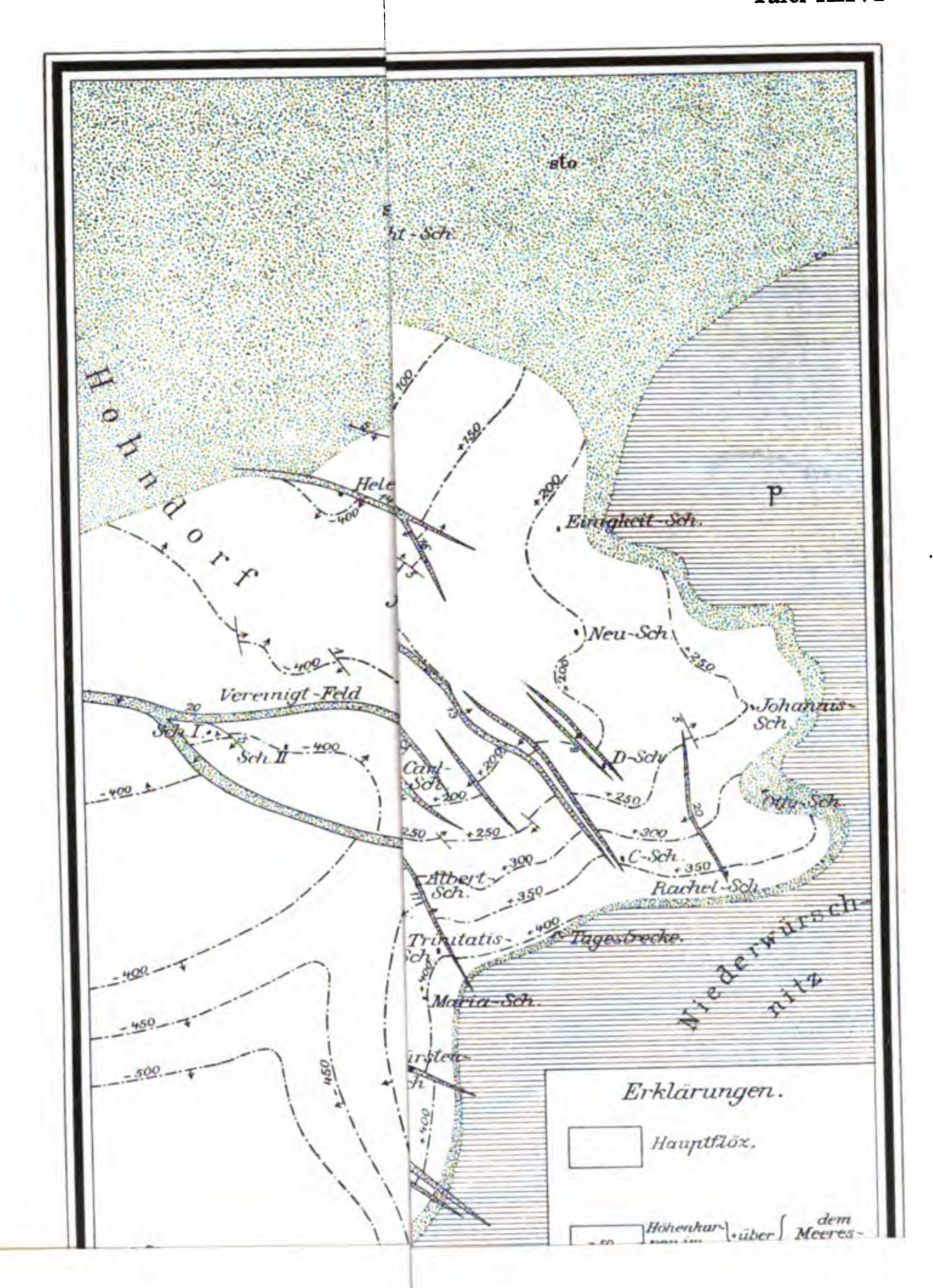
Zwei überkippte faltenartige Emporragungen der oberen Bank des Hauptbraunkohlenflözes im Tagebau des Wilhelmschachtes zu Borna-Gnandorf (nach Etzold). Masstab ca. 1 : 750.

Das Profil erläutert die Notwendigkeit mehrerer Bohrungen zur richtigen Beurteilung der Lagerung eines Flözes.

Eine einzige Bohrung könnte hier ein sehr mächtiges, ein wenig mächtiges oder sogar zwei Flöze vortäuschen, je nach der Lage des Ansatzpunktes der Bohrung.

o_1s = Sand der Knollensteinstufe,
b = Hauptbraunkohlenflöz mit der horizontal verlaufenden grobstückigen mittleren Bank,
ok = Kies des unteren Mitteloligocäns,
ot = Tonschmitzen,
d_1 = altdiluvialer Flusschotter (Wyhraschotter),
d_2 = Geschiebelehm.

So kann es infolge einer Verwerfung vorkommen, dass ein sicher vermutetes Flöz in einem Bohrloch nicht angetroffen oder in einem anderen Bohrloch doppelt oder sogar dreimal erscheint. Anderseits können gefaltete und gebogene Flöze eine viel grössere Mächtigkeit vortäuschen, als sie wirklich besitzen (Fig. 92, 93 u. 94).


Hohndorf
Vereinigt-Feld
Sch. I.
Sch. II
Einigkeit-Sch.
Neu-Sch.
Johannis-Sch.
D-Sch.
Otto-Sch.
C-Sch.
Rachel-Sch.
Carl-Sch.
Albert-Sch.
Trinitatis-Sch.
Tagesstrecke.
Maria-Sch.
Niederwürschnitz
Erklärungen.
Hauptflöz.

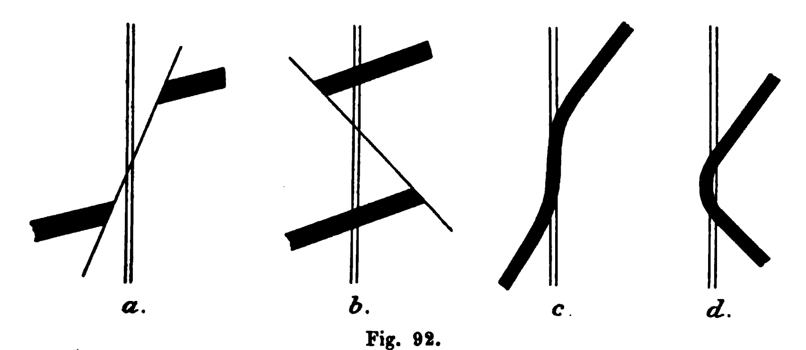


Fig. 92.

Beeinflussung der Bohrresultate durch eine gestörte Lagerung von Flözen (nach Demanet). a) Bei der Bohrung wird infolge einer Verwerfung kein Flöz angetroffen; b) bei der Bohrung wird infolge einer Überschiebung dasselbe Flöz zweimal (anscheinend zwei Flöze) angetroffen; c) und d) bei einer Bohrung wird ein anscheinend sehr mächtiges Flöz angetroffen.

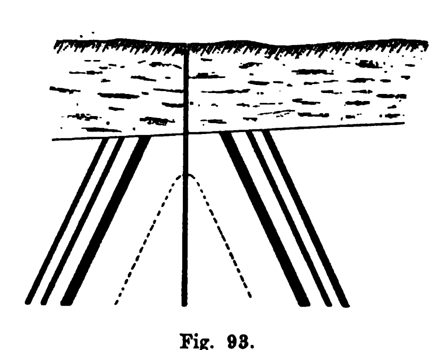


Fig. 93.

Bohrung auf einem Luftsattel (nach Heise-Herbst).

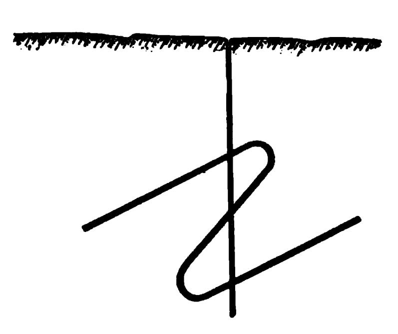


Fig. 94.

Bohrung in überkippter Faltung (nach Heise-Herbst).

Durch genaues Studium der Bohrkerne und durch Niederbringen mehrerer Bohrungen lässt sich aber auch in diesen Fällen ein ziemlich richtiges Bild der wirklichen Lagerungsverhältnisse der Flöze meist erbringen.

E. Die Zerstörung der Flöze durch Erosion.

I. Flözerosionen kurz nach Ablagerung der Flöze.

Kohlenflöze sind bisweilen schon kurz nach Ablagerung der sie zusammensetzenden organischen Substanz erodiert. So zeigen die oligocänen Braunkohlen Nordwestsachsens bisweilen Erosionsrinnen, welche von oligocänen Tonen ausgefüllt sind.

Bekannter sind alte Erosionsrinnen in Steinkohlenflözen. Man findet in fast allen grossen Kohlenrevieren der Erde derartige Erscheinungen. Meist handelt es sich alsdann um alte Flussläufe, deren Bett heute mit Sandstein oder anderem Material ausgefüllt ist.

Aus dem Saarrevier hat E. Kohler[1]) derartige alte Flussysteme beschrieben. Das Emilflöz der dortigen Grube Geislautern verschwächt sich an einer Stelle plötzlich und verschwindet bis auf einen russigen Besteg, um in ein, zwei oder mehr Metern Entfernung wieder zu seiner gewöhnlichen Mächtigkeit anzuschwellen. Das Hangende und Liegende des Flözes geht ohne merkliche Störung über und unter diese Versteinung hinweg. Angefüllt ist diese im Profil muldenförmig erscheinende Flözstörung mit Ton, der mit feinem Sand und Glimmerschüppchen vermischt ist. Zerstückelte Pflanzenreste sind in dem Ton enthalten, während gut erhaltene Pflanzenreste vollkommen fehlen. Trägt man den Verlauf dieser Vertaubungszonen in den Grundriss des Flözes ein, so ergeben sich langgestreckte Züge, aus welchen die alte Flussrichtung zu erkennen ist.

Aus dem niederschlesischen Steinkohlenrevier hat F. Ebeling[2]) alte Flussläufe in Steinkohlenflözen beschrieben. So wird das 18. Flöz der dortigen Fuchsgrube nicht gleichmässig überall vom Hangenden bedeckt. Es wird vielmehr von rinnenartigen Auswaschungen durchzogen. Diese verlaufen annähernd in der Fallrichtung und sind von groben Rollstücken der aufgelagerten Konglomerate (Weissensteiner Sch.) angefüllt. Ihrer Entstehung nach sind diese Auswaschungen Reste alter Bachläufe, welche in carbonischer Zeit in dem kaum gebildeten Sediment ihr Bett eingruben und später mit Sand und Geröll ausfüllten. Ein Flussbett von viel grösseren Dimensionen zeigt das dortige 16. Flöz, wo eine bis 150 m breite und mit grobem Konglomerat ausgefüllte Rinne im Flöz zu verfolgen ist.

In Oberschlesien kennt man ebenfalls erodierte Flöze, welche zur Carbonzeit bereits von Wasserläufen erodiert sein müssen. So berichtet R. Michael[3]), dass in der dortigen Gieschegrube das 4 m mächtige

---

[1]) E. Kohler, Einige Beobachtungen an Flözverdrückungen im Saarkohlenrevier. Geognostische Jahreshefte München 1903. S. 63 ff.

[2]) F. Ebeling, Das produktive Carbon Niederschlesiens. In Festschrift zum XII. allg. deutschen Bergmannstage zu Breslau. Bd. I. 1913.

[3]) R. Michael, Die Geologie des oberschlesischen Steinkohlenbezirkes. In Festschrift zum XII. allg. deutschen Bergmannstage in Breslau. Bd. I. 1913.



Oberflöz Auswaschungen auf mehrere hundert Meter Länge und Breite aufweist. Diese Auswaschungen sind mit Sandstein angefüllt. Die Ränder der Auswaschung sind glatt. Trichterförmige Auskesselungen, die mit Rinnen untereinander verbunden sind, kann man bisweilen antreffen. Das 25 m tiefer liegende und zwar 8 m mächtige Niederflöz zeigt keine Störungen, ebenso ist ein im südlichen Teil der Grube überlagerndes 2,5 m mächtiges Flöz, das Morgenrothflöz, regelmässig gelagert. Die Auswaschung muss also hier kurz nach Ablagerung des Flözes bereits erfolgt sein. Ähnliche Störungen sind in den Steinkohlenfeldern Hohenlohe, Laurahütte und Max beobachtet, wo sie im Fannyflöz auftreten.

Als klassisches Beispiel einer alten Flusserosion in einem Kohlenflöz muss „The Horse in the Forest of Dean Coal-Field“[1]) genannt werden. Dieser alte Flusslauf tritt in dem dortigen „Coleford High Delf“-Kohlenflöze auf. Seine Breite schwankt zwischen 170 und 340 m. Seine Länge ist 3000 m. Das Liegende des Kohlenflözes ist Tonschiefer, das Hangende Sandstein, welcher auch das alte Flussbett jetzt ausfüllt. Das Kohlenflöz selbst zeigt eine sehr schwankende Mächtigkeit, hervorgerufen durch zahlreiche Einbuchtungen vom Hangenden her.

Diese Einbuchtungen sind ihrerseits auch mit Sandstein ausgefüllt. Verfolgt man alle diese Einbuchtungen in ihrer Längenausdehnung, so sieht man, dass sie teilweise untereinander, alle aber mit dem grossen Flusslaufe im Zusammenhang stehen. Sie müssen also als Nebenflüsse und Zuflüsse gedeutet werden. Die Zuflüsse („Lows“) haben das Kohlenflöz nie ganz durchnagt, wie der Hauptfluss („Horse“). Sie haben vielmehr ihr Bett noch in Kohle eingegraben, so dass das Flöz von ihnen nie ganz durchbrochen wird. Aber auch der Hauptfluss ist niemals in das Liegende der Kohle, in den Tonschiefer weiter eingedrungen. Die zahlreichen überlagernden Kohlenflöze zeigen keine solchen Flusserosionen. Die beschriebene Flusserosion ist daher kurz nach Ablagerung dieses Flözes erfolgt (Fig. 95).

Bisweilen lassen sich auch alte Flussläufe aus der Zeit der Steinkohlenablagerung nachweisen, die sich nicht ins Kohlenflöz selbst, wohl aber in dessen Nebengestein eingegraben haben. So hat auf der Zeche v. d. Heydt in Westfalen Everding[2]) beobachtet, dass im Hangenden

---

[1]) J. Buddle, On the great fault called the Horse in the forest of Dean Coal-Field. Trans. geol. Soc. of London. II. Ser. Vol. VI. London 1841. S. 215.

[2]) Glückauf 1902. S. 1024.

des dortigen Flözes Präsident (Fettkohlengruppe) im Schieferton und Sandstein plötzlich langgestreckte Zonen eines grobkörnigen, konglomerat-



Fig. 95. Der „Horse" im Kohlenfeld „Forest of Dean", England (nach J. Buddle). Eine alte Flussrinne mit Nebenbächen in der Kohle, welche mit Sandstein ausgefüllt ist und von Tonschiefer ebenso wie das Flöz überlagert wird.

artigen Sandsteines erscheinen. Everding sieht in diesen Zonen alte Rinnen eines Flusses, der sich durch Schieferton und Sandstein bis zum Flöz, aber nicht mehr in dieses eingefurcht hatte.

2. Spätere Flözerosionen.

a) Transgressionserosionen.

Durch gebirgsbildende Vorgänge werden Schichten des Kohlengebirges gehoben. Auf den Ausstrichen dieser Schichten liegen heute oft diskordant jüngere Sedimente. Die Ablagerung dieser jüngeren Sedimente begann meist mit der Transgression eines Meeres oder anderer Gewässer.

Transgressionen verursachen in der Regel eine starke Erosion des Untergrundes. Diese Erosionserscheinung kann man als Transgressions-

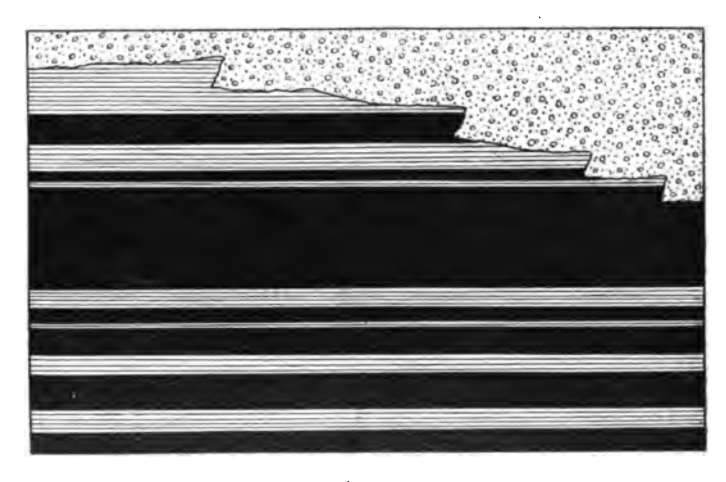


Fig. 96.
Abwaschung des Schichtenkohlenflözes durch das graue Konglomerat im Kohlenfelde der Zwickauer Bürgergewerkschaft. (In der Fallrichtung am Fusse des Fallortes 513.) Masstab 1 : 60.

erosion bezeichnen. Durch sie werden alle Unebenheiten eingeebnet, indem Erhöhungen verschwinden und Vertiefungen sich ausfüllen. Man trifft Transgressionserosion an Flözen überall dort, wo kohleführende Schichten diskordant von jüngeren Ablagerungen überdeckt werden. Als Beispiel sei das Zwickauer Becken (Sachsen) genannt.

Im Zwickauer Becken[1]) werden kohleführende Carbonschichten von groben Konglomeraten des Rotliegenden heute diskordant überlagert. Die Abrasionsfläche des Carbon und das diskordant darüber lagernde

[1]) O. E. Arnold, Erl. z. Feld- u. Flözkarte d. Zwickauer Steinkohlenreviers. Zwickau 1900.

Rotliegende ist in den Gruben des Zwickauer Reviers öfters aufgeschlossen[1]). Man beobachtet dann an allen diesen Stellen, dass die Abrasionsfläche nicht geradlinig, sondern stufenförmig verläuft (Fig. 96 und 97).

Durch die Transgression des Rotliegenden sind im Zwickauer Revier gleichzeitig auch Rinnen im Untergrunde ausgehöhlt oder schon vorhandene Rinnen mit Sedimenten des Rotliegenden ausgefüllt. Durch eine solche Einbuchtung ist am Rande des jetzigen Beckens eine etwa 2000 m^2 grosse Fläche des unteren Planitzer Flözes durch eine 40 bis 120 m breite Rinne von dem übrigen Flöz getrennt[2]).

Auch in allen anderen Kohlenrevieren, in denen Flözausstriche diskordant von jüngeren Sedimenten überdeckt werden, sind solche Transgressionen nachweisbar.

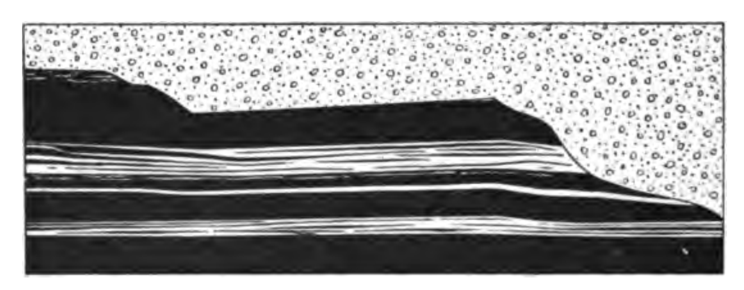


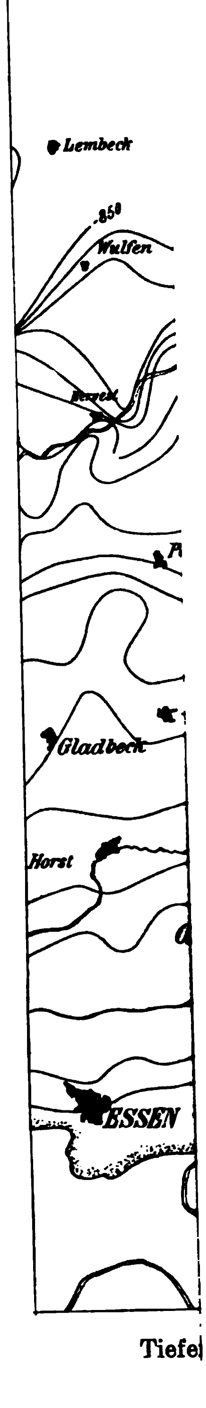
Fig. 97.
Abwaschung des Schichtenkohlenflözes durch das graue Konglomerat im Felde der Zwickauer Bürgergewerkschaft. (In der Streichrichtung im Abbau 513). Masstab 1 : 60.

So stellt die Oberfläche des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebirges eine fast tischebene, mit etwa 1—3° flach nach Norden einfallende geneigte Abrasionsfläche dar. Dieselbe ist entstanden durch ein im Norden stärkeres Absinken und durch Transgression des nach Süden immer weiter vordringenden Cenomanmeeres. Infolgedessen werden die Schichten des Cenoman nach Norden zu immer mächtiger, so dass sie bei Münster schon 1400 m betragen. Diese Zunahme der Carbonbedeckung ist aus einer übersichtlichen Karte zu ersehen, die Kukuk anlässlich des internationalen Bergbaukongresses in Düsseldorf (1910) entworfen hat (Tafel XXVII).

---

[1]) Th. Siegert, Erl. zur geol. Spezialkarte des Königreichs Sachsen. II. Aufl. Leipzig 1901. S. 8.

[2]) Die betreffende Stelle liegt westlich des Himmelsfürst-Schachtes.



Tiefe

b) Flözerosionen durch fliessendes Wasser, Strudeltöpfe in Kohle.

Die bisher besprochenen Flusserosionen waren alle kurz nach Ablagerung der betreffenden Kohle eingetreten, da teilweise das Hangende der Kohle oder in anderen Fällen zum mindesten höher gelegene Flöze ungestört über Kohle und ausgefüllte Flussrinnen hinweggehen.

Lagerten Flöze nicht allzu tief unter der Erdoberfläche, so konnten aber auch lange nach Ablagerung der Kohle fliessende Gewässer erodierend auf die Kohle einwirken. Man findet solche späteren Flusserosionen daher insbesondere bei den weniger tief gelegenen Braunkohlenflözen.

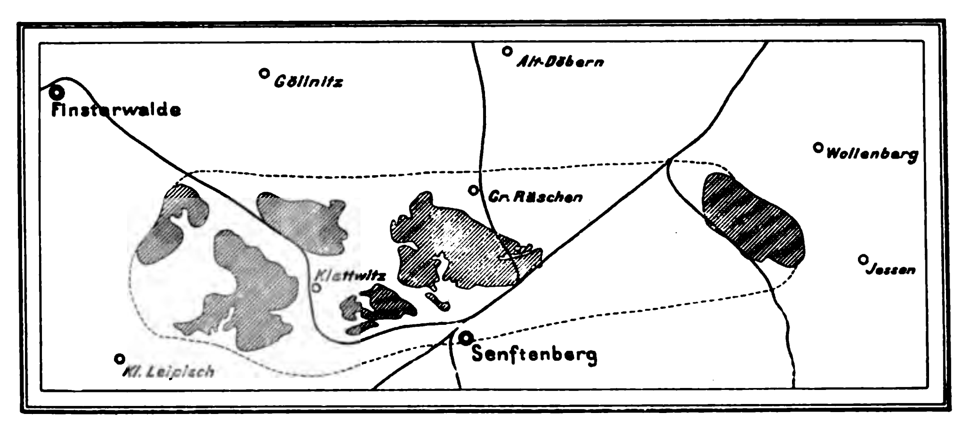


Fig. 98.

Karte der heutigen Verbreitung des Oberflözes in der Niederlausitz (nach K. Keilhack). Die punktierte Linie bezeichnet die ehemalige Mindestverbreitung. Masstab 1 : 200000.

So hat am Hirschberg[1]) in Niederhessen eine zwar immerhin noch tertiäre Talbildung das Braunkohlenflöz 2 der dortigen Zeche Maria auf 130 m Breite und das darunter lagernde Flöz 3 auf 30 m Breite zerstört, während das noch tiefer lagernde Flöz 4 nicht mehr berührt wurde. Die Längsausdehnung dieses alten Tales ist nicht bekannt. Das Tal selbst ist heute ausgefüllt mit Brocken tertiärer Gesteine und mit Basalttuff.

Sehr bedeutende Spuren einer kräftigen Erosionstätigkeit sind uns aus der Eiszeit (Diluvium) erhalten. Die am Rande des Inlandeises auftretenden Schmelzwässer haben in intensiver Weise erodierend gewirkt und hierbei manches Braunkohlenflöz zerstört.

---

[1]) A. Uthemann, Die Braunkohlenlagerstätten am Meisner, am Hirschberg und am Stellberg. Abhdlg. d. kgl. preuss. geol. L.-A. Heft 7. Berlin 1892. S. 22.



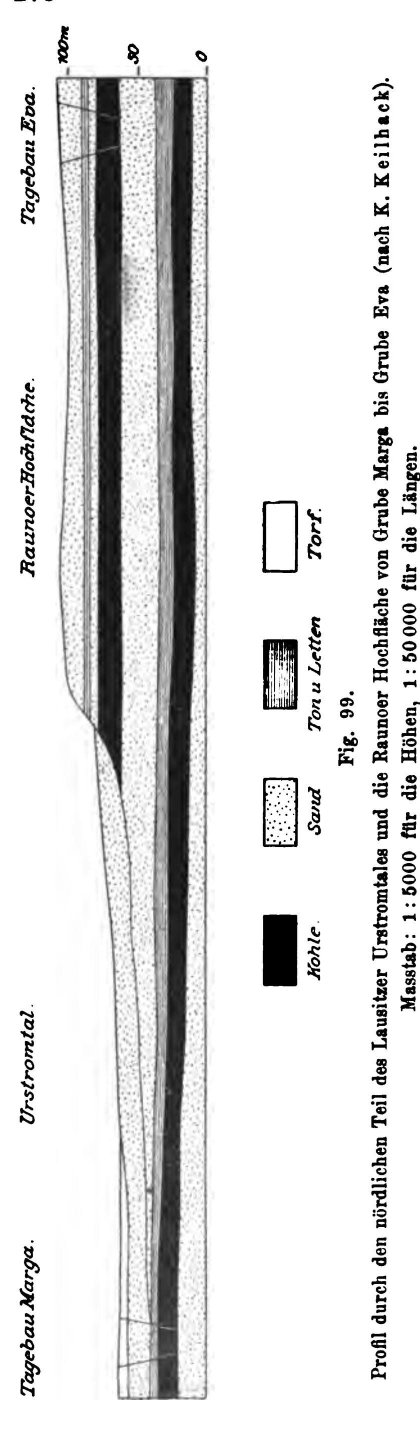


Fig. 99.

Profil durch den nördlichen Teil des Lausitzer Urstromtales und die Raunoer Hochfläche von Grube Marga bis Grube Eva (nach K. Keilhack).
Masstab: 1 : 5000 für die Höhen, 1 : 50000 für die Längen.

So findet man im Senftenberger Braunkohlenrevier (Niederlausitz) oft enge, bis in das Liegende des Braunkohlenflözes hinabreichende Täler und Schluchten von grosser Länge, aber geringer Breite, die mit diluvialen Massen vollständig ausgefüllt sind.

Das Oberflöz der Niederlausitzer Braunkohlenablagerung[1]) ist durch solche Auswaschungen zum grossen Teil vernichtet. Besonders zwischen den Orten Welzow und Bückgen ist das Flöz auf eine Länge von 12 km spurlos verschwunden. Auch das Unterflöz ist bisweilen noch ausgewaschen. Da die Erosionsrinnen oft wieder vollkommen ausgefüllt sind, so kann man meist nur durch Bohrung flözführende und flözfreie Stellen erkennen. Die Kenntnis der flözfreien Stellen hat für die betreffenden Werke insofern auch einen praktischen Wert, als man gerade auf solchen Stellen Fabriken, Arbeiterkolonien, Kirchhöfe usw. anlegt, da sie von hier durch fortschreitenden Abbau der Flöze später nicht verlegt zu werden brauchen (Fig. 98).

An anderen Stellen der Niederlausitz sind durch diluviale Flözerosionen aber oberflächliche Terrainstufen zurückgeblieben, durch welche man leicht die alten Flussläufe noch verfolgen kann. Durch solche Terrainstürze wird dann das

---

[1]) K. Keilhack, Die geologischen Verhältnisse des Niederlausitzer Braunkohlengebietes. Grube Ilse, N.-L., 1913.

sonst recht tief gelegene Unterflöz der Erdoberfläche näher gebracht und kann dasselbe dann an Stelle des verschwundenen Oberflözes durch Tagebau gewonnen werden (Fig. 99).

Diluviale Auswaschungen sind auch im oligocänen Braunkohlenflöz Nordwestsachsens bekannt. Sie sind hier mit altdiluvialem, Feuerstein führendem Kies ausgefüllt. Sackartig greifen hierbei oft die Sandmassen in die Kohle hinein, von welchen apophysenartig sich verzweigende Schmitzen dann unregelmässig nach allen Seiten hin wieder auslaufen. In Nordwestsachsen sind diese Erscheinungen unter dem Namen „Sandsäcke" bekannt. Sie machen dem Bergmann viel zu schaffen (Fig. 100).

Besondere Erosionsgebilde des fliessenden Wassers sind die Strudeltöpfe. Sie entstehen dort, wo herabstürzendes Wasser Sand und Gerölle

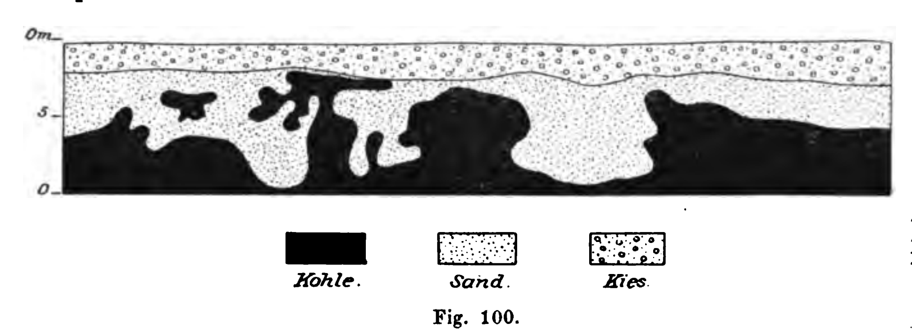


Fig. 100.

Diluviale Sande in einem Braunkohlenflöz der Lausitz (nach K. Keilhack). Masstab 1 : 500.

in wirbelnde Bewegung versetzt, die alsdann wie Bohrer Löcher in den Erdboden aushöhlen. Derartige Strudellöcher hat man auch in Kohlenflözen gefunden. Auf sie sei im Folgenden näher eingegangen:

Diluviale Strudellöcher in tertiärer Braunkohle.

Strudellöcher in tertiärer Braunkohle findet man in Norddeutschland an verschiedenen Stellen. Sie entstanden fast alle zur Zeit der grossen Gletscher im Diluvium.

Die Schmelzwässer der damaligen gewaltigen Eismassen waren die Ursache dieser Strudellöcher. Sie stürzten auf Spalten in die Tiefe und strudelten hierbei im Untergrunde kesselartige Vertiefungen aus. Solche „Gletschertöpfe" sind bei Bitterfeld und dann auch bei Senftenberg in der Lausitz an der Oberfläche der dortigen Braunkohle bekannt. Der Durchmesser und die Tiefe dieser Kessel kann mehrere Meter betragen.

Sie treten meist gesellig auf. Zwischen den einzelnen Kesseln befinden sich bisweilen rinnenförmige Vertiefungen, welche durch die auf der Oberfläche des Flözes abfliessenden Gewässer ausgewaschen wurden (Fig. 101).

Aus den Braunkohlenflözen der Niederlausitz beschreibt genauer K. Keilhack[1]) derartige Strudellöcher. Dieselben sind bald angeordnet



Fig. 101.
Strudeltöpfe im hangenden Teile des Braunkohlenlagers der Grube Emma bei Streckau. Die weissen Schnüre in der Kohle sind diluviale Einlagerungen von anorganischem Materiale (nach Potonié).

in Gruppen von kleinen Kesseln und Wannen von $^1/_2$—2 m Tiefe und 1—3 m Durchmesser, die sich nach unten etwas verjüngen, bald sind es ausgedehnte beckenförmige Löcher bis zu 20 und 30 m Länge, 5 bis 10 m Breite und bis zu 10 m Tiefe, so dass sie mitunter durch das ganze Flöz hindurchsetzen. Angefüllt sind diese Löcher mit grobem

[1]) K. Keilhack. Die geologischen Verhältnisse des Niederlausitzer Braunkohlengebietes. Grube Ilse, N.-L., 1913.



Kies und kleinen Steinen. In den grössten Kesseln lagert auch Geschiebemergel.

Über diluviale Gletschertöpfe in der Braunkohle des Bitterfelder Revieres (Leipzig) berichtet O. Riedel[1]). Die dortige Braunkohle hat eine Mächtigkeit von durchschnittlich 9 m. Überlagert wird sie von einem Tonlager, welches an der stärksten Stelle 3 m mächtig ist, worauf etwa 5—12 m mächtige glaziale Ablagerungen folgen. Die Oberfläche der das Flöz überlagernden Tonschicht ist nicht glatt, sondern mit Aushöhlungen verschiedener Grösse bedeckt. Ausgefüllt sind diese Löcher mit feinerem Sande oder etwas gröberem Materiale. Nach der Tiefe zu setzen einzelne dieser Löcher in die Kohle fort. An anderen Stellen, wo kein tertiärer Ton die Kohle bedeckt, sind dieselben Aushöhlungen auf der Oberfläche des Kohlenflözes zu sehen. Einzelne dieser Löcher erreichen hier eine Tiefe bis zu 4 m. Ihrer Entstehung nach werden alle diese Aushöhlungen als diluviale Gletschertöpfe, d. h. als Strudellöcher der Eiszeit gedeutet.

Palaeozoïsche Strudellöcher in carbonischen Steinkohlenflözen (Waldenburg).

Im Waldenburger Gebirge (Niederschlesien) sind in der dortigen Kohle Flözunterbrechungen bekannt, welche mit dem Namen „Riegel" bezeichnet werden. Dieselben sind von Althans[2]) genauer beschrieben.

Unter einem „Riegel" versteht der Waldenburger Bergmann eine Gesteinsmasse, welche die Kohle plötzlich abschneidet. Diese Gesteinsmasse kann in dem genannten Gebiete bestehen aus Porphyr, welcher als eruptiver Körper durch die Kohle hindurchgedrungen ist, und andererseits aus Sedimentgestein. Auf die letzteren Riegel sei näher eingegangen. Bei Gebrauch des Wortes „Riegel" ist daher im folgenden nur dieser sedimentäre Riegel gemeint.

Die Riegelbildungen im Waldenburger Steinkohlengebirge sind Störungen, welche im wesentlichen die Schichten annähernd vertikal durchsetzen, ohne aber eine Verschiebung derselben hervorzurufen. Es sind in der Grundfläche bald mehr rundliche, bald mehr längliche Schlote, welche mit Sandstein und Konglomerat oder breccienartigem Material ausgefüllt sind.

[1]) O. Riedel, Über Gletschertöpfe im Bitterfelder Kohlenrevier. Jahrb. kgl. preuss. geol. L.-A. XXIII. 1902. Berlin 1905. S. 268ff.

[2]) Althans, Riegelbildungen im Waldenburger Steinkohlengebirge. Jahrb. d. kgl. preuss. geol. L.-A. XII. Berlin 1893. S. 18—36.



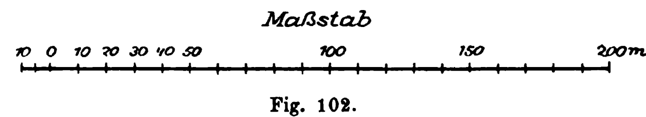
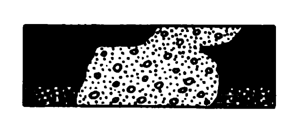
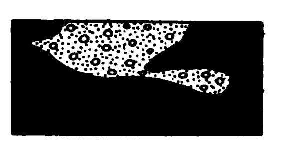


Fig. 102.

Riegelbildungen der Fuchsgrube in Waldenburg (nach Althans).
Die Form der Riegelbildung in den verschiedenen Flözen ist aus der Zeichnung zu ersehen. Diese Riegelbildungen werden als alte Strudellöcher gedeutet.

Nach Beobachtungen von Althans durchsetzen die Riegel nicht nur das Kohlenflöz, sondern auch das Hangende und Liegende, ja sogar eine ganze Reihe übereinander liegender Flöze (Fig. 102 u. 103). Das obere und untere Ende der Riegel konnte bisher noch nirgends festgestellt werden. Auf der „Fuchsgrube" waren bei dort mehr oder weniger rundlichem Querschnitt die Riegel auf 55 m in vertikaler Richtung aufgeschlossen. Der grösste bisher bekannte Durchmesser dieser Riegel war 100 m. Riegel mit mehr streifenförmigem Grundriss fanden sich vor allem im





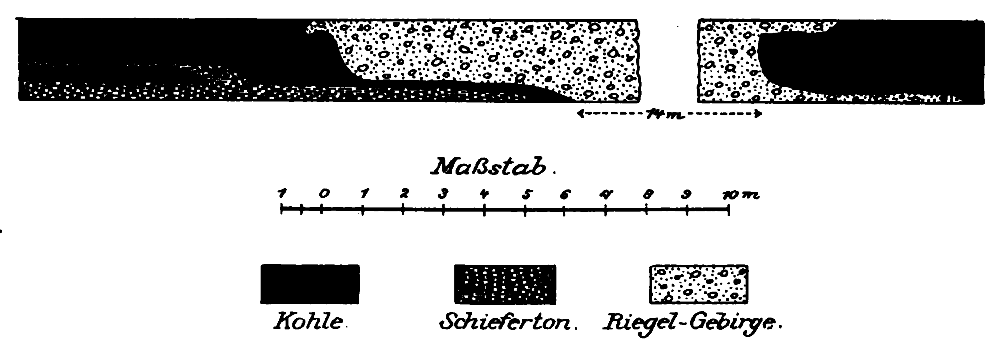


Fig. 103.

Riegelbildungen der Fuchsgrube in Waldenburg (nach Althans). Das Profil rechts oben zeigt die seitliche Endigung eines Riegelausläufers.

Felde der Melchiorgrube. Sie erreichen hier eine Länge von 600 m und eine Breite von 40 m.

Die Riegel setzen keineswegs ganz senkrecht durch die Schichten hindurch. Sie sind meist etwas geneigt, haben kleine Ausbuchtungen und entsenden bisweilen grössere Ausläufer in das Nebengestein hinein. Die Grenze zum Nebengestein ist aber trotzdem ganz scharf. In der Kohle treten in der Nähe der Riegel meist kleine Lettenklüfte auf. Die Kohle selbst schneidet aber auch alsdann ganz scharf am Riegel ab und ist von diesem nur durch eine dünne Lettenschicht getrennt.

Die Ausfüllmasse der Riegel besteht, wie schon gesagt, aus Sandstein und Konglomerat, dem eckige Brocken des Nebengesteines in

grösserer oder geringerer Menge beigemengt sind, so dass schliesslich eine breccienartige Gesteinsmasse entsteht. Unter den Einschlüssen sind vor allem Einschlüsse von Kohle interessant. Diese Kohlenbrocken gleichen vollkommen der anstehenden Kohle. Auch in bezug auf Gasgehalt und Verkokbarkeit zeigen sie keinen auffallenden Unterschied. Alle diese eckigen Einschlüsse liegen vorwiegend an den Grenzen der Riegel zum Nebengestein.

Die Verbreitung der Riegel in der Waldenburger Kohlenmulde ist keine regelmässige. Ein grosser Teil des Kohlenbeckens ist gänzlich frei von Riegelbildungen. Ihre grösste Verbreitung zeigen sie in unmittelbarer Nähe der Stadt Waldenburg. Hier treten sie im Felde der „Fürstensteiner Gruben“ und im südöstlichen Teile der Fuchsgrube innerhalb eines Kreises von ca. 1500 m Radius in sehr grosser Menge auf. Der Grubenbetrieb wird hierdurch natürlich in hohem Masse erschwert und ein bedeutender Ausfall an Kohlen wird durch diese Riegel verursacht.

Über die Entstehung dieser Riegel hatten sich früher Geinitz[1]) und Schütze[2]) geäussert. Beide fassten die Riegel als ausgefüllte Austrocknungsspalten der Kohle auf. Das Unhaltbare dieser Ansicht hat Althans vor allem durch die Beobachtung des Fortsetzens der Riegel in das Hangende und Liegende der Kohle hinein bewiesen.

Althans betrachtet die Riegel wohl mit vollem Rechte als ausgefüllte Strudellöcher. Die langen gangartigen Gebilde wären alsdann Furchen, die durch heftig strömendes Wasser in das Kohlengebirge eingerissen wurden, während die rundlichen, mehr schachtartig das Gebirge durchsetzenden Riegel eigentliche Strudellöcher sind.

Über das Alter dieser Riegel lässt sich nur wenig sagen, da ihr oberes Ende nicht bekannt ist. Auf der Fuchsgrube werden die Riegel durch einen Hauptsprung abgeschnitten. Das Alter der dortigen Hauptsprünge soll aber nicht wesentlich jünger als das Rotliegende (Perm) sein. Vielleicht stehen diese Hauptsprünge zeitlich in einem Zusammenhang mit der Erhebung der Porphyr- und Melaphyrmassen im Süden von Waldenburg, die zum Teil noch in der Carbonzeit, zum Teil am Ende derselben empordrangen. Hieraus würde sich aber ergeben, dass auch die Riegel palaeozoïschen Alters sind.

---

[1]) Geinitz, Die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europas. I. Bd. S. 227. München 1865.

[2]) A. Schütze, Geognostische Darstellung des niederschlesisch-böhmischen Steinkohlenbeckens. Berlin 1882. S. 196.



c) Gletschererosion.

Die Gletscher der Eiszeit haben bei ihrem Vorrücken grosse Flächen des Untergrundes abradiert und das abradierte Material dann in ihren Moränen wieder abgelagert. Auch Kohlenflöze sind von diluvialen Gletschern oft erodiert worden (Fig. 104).

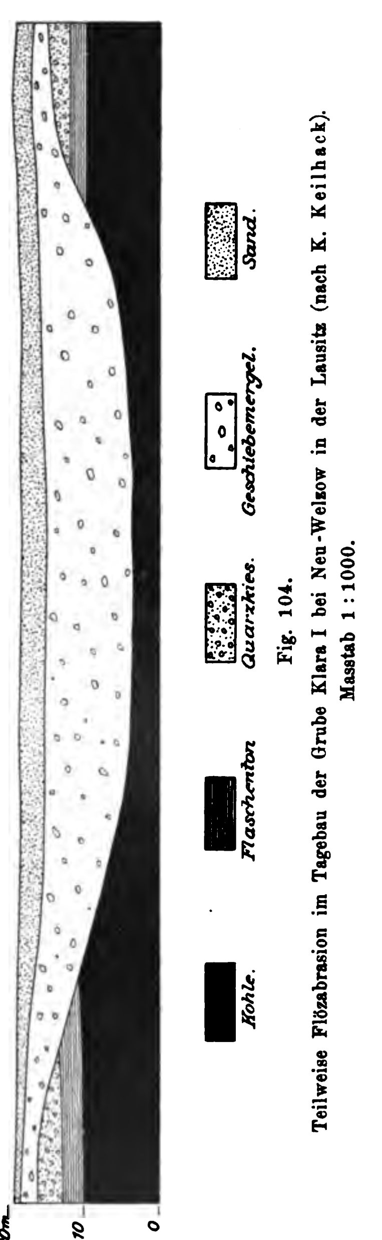


Fig. 104.
Teilweise Flözabrasion im Tagebau der Grube Klara I bei Neu-Welsow in der Lausitz (nach K. Keilhack). Masstab 1 : 1000.

Trafen die vorrückenden Eismassen gefaltete Kohlenlager an, so wurden die obersten Partien dieser Ablagerungen, also vor allem die Sättel, abgehobelt. Derartige Erscheinungen sind sehr schön in der Braunkohlengrube Konsolidierte Auguste bei Frankfurt a. O. aufgeschlossen (Fig. 105).

Die schürfende Kraft der Eisunterkante eines Gletschers hat öfters nicht nur die Oberfläche eines Flözes schalenförmig abgehobelt, sondern sich auch keilförmig in die Oberfläche des Flözes eingehobelt. In Norddeutschland findet man daher in der obersten Lage mancher Braunkohlenflöze bisweilen Keile von Grundmoränenmaterial sowie Sand und Kies (Fig. 106).

Drangen die Zungen des Inlandeises tiefer in den Untergrund ein und setzten bis zu Tage wieder durch, so konnten ganze Partien des Flözes abgehobelt und forttransportiert werden. Dieser meist in gefrorenem Zustand erfolgte Transport setzte dann an ganz fremder Stelle das abgehobelte Kohlenlager wieder ab.

Ein interessantes Beispiel für diesen letzteren Fall bietet ein 2,5 bis 4 m mächtiges Braunkohlenflöz der Gegend von Bromberg (Posen). Dasselbe wird nach Krug[1]) von Diluvium nicht nur

[1]) Krug, Braunkohlen in der Provinz Posen. Zeitschr. f. prakt. Geol. X. 1902. S. 54.

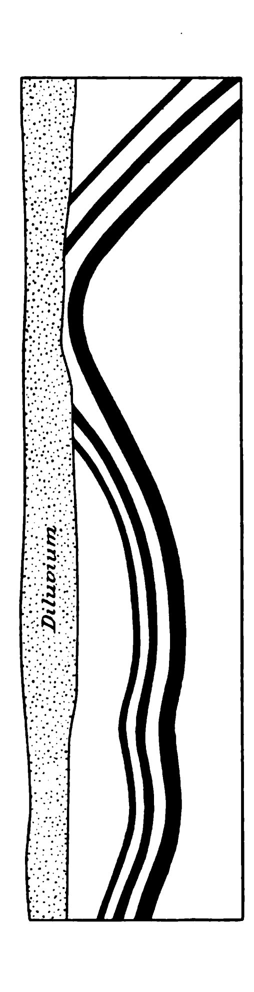
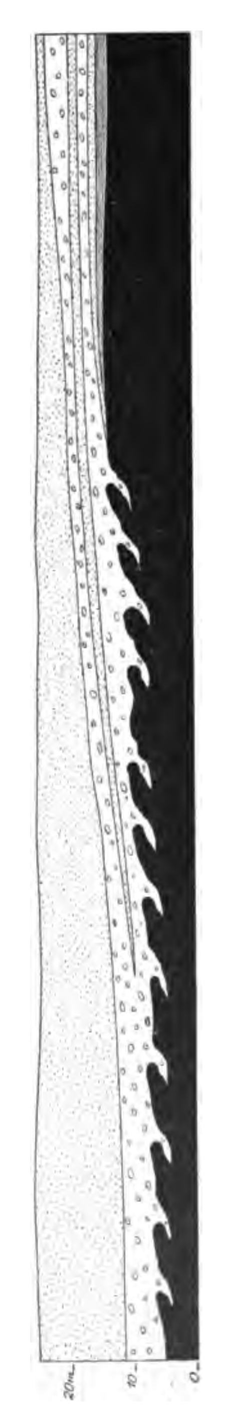


Fig. 105.

Braunkohlensattel, z. T. glazial denudiert, Frankfurt a. O. (nach K. Keilhack).
Masstab ca. 1 : 3000.



Kohle. Ton. Sand. Geschiebemergel.

Fig. 106.

Profil der Nordwand des Tagebaues Eva in der Lausitz (nach K. Keilhack).
Masstab 1 : 1000.
Die schürfende Kraft des diluvialen Inlandeises hat in die Oberkante des Braunkohlenflözes Geschiebemergel hineingekeilt.

überlagert, sondern auch unterlagert. Das Vorkommen ist 900 m lang und 100 m breit. Seine Lagerung lässt sich nur durch Gletscherabrasion und darauf folgendem Eistransport erklären.

Die Erscheinungen der Gletschererosion lassen sich befriedigend nur deuten, wenn man annimmt, dass die z. T. heute noch losen und weichen Ablagerungen der Braunkohlenformation hartgefroren waren. Es hat hierauf besonders K. Priemel[1]) hingewiesen. Nach Priemel hat man bei den glazialen Flözstörungen meist zwei Phasen zu unterscheiden. Zunächst beim Anrücken des Eises das Aufstauchen der noch weichen Tertiärschichten; darauf die Abhobelung der gefrorenen Tertiärschichten durch das Weitervorrücken des Gletschers. Diese Verhältnisse sollen nach Priemel besonders klar in dem Trebnitzer Hügelzug zu erkennen sein.

3. Kohlengerölle.

Durch Erosion von Kohlenflözen werden Bruchstücke der Flöze forttransportiert und nach kurzem oder längerem Transport als Geröll mit anderem Sedimentmateriale wieder abgelagert (Fig. 107).



Fig. 107.
Kohlengerölle aus den hangenden Schichten des cretaceïschen Steinkohlenflözes von Nanaimo, B. C., Kanada. $^1/_2$ der natürl. Grösse.

Unterliegen Kohlenfragmente einem längeren Wassertransport, so werden sie immer kleiner und verschwinden schliesslich ganz. Länger erhalten bleiben nur härtere Kohlen. Man findet daher als Kohlengerölle vor allem harte Kohlen, von Steinkohlen besonders Sapropelite (Cannelkohle usw.), von Braunkohlen besonders Lignite (Tafel XV).

Im Zwickauer Becken liegt diskordant auf dem flözführenden Carbon ein graues Konglomerat. An vielen Stellen führt dieses graue Konglomerat Bruchstücke von Kohle, die den unterlagernden Flözen

[1]) K. Priemel, Die Braunkohlenformation des Hügellandes der preuss. Oberlausitz. Zeitschr. f. B. H. und S. W. im preuss. St. Bd. 55. Berlin 1907.

entrissen sind. Diese einzelnen Kohlenbrocken sind im Zwickauer Becken fast niemals gerundet, sondern scharfkantig. Es weist dies auf die Kürze des von diesen Kohlenbrocken zurückgelegten Weges hin. Eine genauere Untersuchung bestätigt diesen Hinweis. Denn die Bruchstücke der Kohle stimmen chemisch und petrographisch vollkommen mit der Kohle der nächstbenachbarten Flöze überein. —

Fayol[1]) beschreibt Kohlengerölle aus dem Sandstein des Kohlenbeckens von Commentry in Frankreich. Dieselben sind teils rund, teils eckig. Ihr Durchmesser beträgt bis 40 cm. Die Gerölle finden sich häufiger in den mittelkörnigen Sandsteinen als in den Konglomeraten. Einzelne der dortigen Sandsteinbänke sind durch eine Anhäufung von Kohlenbruchstücken ganz schwarz gefärbt. Bisweilen nimmt die Menge der Kohle auch so zu, dass förmliche Kohlenflözchen von 0,05 bis 0,15 m Mächtigkeit entstehen (z. B. Bruch von Pégauds).

Die Kohle der Kohlengerölle von Commentry entspricht im allgemeinen immer der Kohle der am nächsten anstehenden Flöze. So sind die Gerölle anthrazitisch in der Nähe der Anthrazitflöze von Marais, Bourg und Colombier; sie bestehen aus Magerkohle beim Flöz Ferrières; sie sind eine fette Flammkohle beim Flöz Grande Couche. —

Bei Tuscaloosa in Alabama (Amerika) finden sich nach L. K. Hirshberg[2]) in einem besonders grobkörnigen Sandstein zahlreiche Gerölle einer bituminösen Kohle. Die Grösse der einzelnen Gerölle schwankt sehr. Einige haben einen grösseren Durchmesser als 40 cm, andere sind ganz klein. Eine Analyse dieser Gerölle zeigte über 56 Prozent Kohlenstoff, nahezu 39 Prozent flüchtiger Substanzen und 5 Prozent Asche. Es handelt sich hier wohl um richtige Gerölle, die bereits als Kohle eingeschwemmt wurden und nicht, wie Hirshberg annimmt, um früher eingeschwemmte Lignitgerölle, die ihren Inkohlungsprozess erst im Konglomerat durchgemacht haben. —

In England[3]) haben die diluvialen Gletscher die Ausbisse der Steinkohle abgehobelt. Hierdurch wurden Bruchstücke der Kohle mit fortgerissen, in Geschiebelehm eingebettet und an neuer Stelle wieder abgelagert. Diese durch Gletschererosion und Gletschertransport entführten Kohlenbruchstücke findet man oft sehr weit vom Ausbiss ihres Mutterflözes entfernt. —

---

[1]) H. Fayol. Études sur le terrain houiller de Commentry. St. Étienne 1887. I. Bd. S. 140.

[2]) Mining and Engineering World 1913. Vol. XXXVIII. S. 55.

[3]) W. Gibson, The geology of coal and coal-mining. London 1908. S. 74.



W. Logan[1]) beschreibt aus dem Kohlensandstein von Town Hill hinter Swansea Kohlengerölle, welche hauptsächlich aus Cannelkohle bestehen. —

Alle bisher in Sandsteinen gefundenen Kohlengerölle zeigen nach Ch. Barrois[2]) folgende Merkmale:

1. Die Gerölle finden sich meist, wenn nicht ausschliesslich innerhalb sehr grobkörniger Sandsteine, und zwar im Hangenden der Flöze.

2. Die Kohle der in einer Schicht enthaltenen Kohlengerölle gehört immer nur einem Kohlentypus an.

3. Die Kohlengerölle stimmen chemisch überein mit dem Charakter der Kohle des nächsten Flözes. Dementsprechend hat man bisher noch keine Gerölle von Magerkohle in einer Sandsteinbank gefunden, wenn die über- und unterlagernden Flöze Fettkohle waren. Umgekehrt hat man auch keine Gerölle aus Fettkohle zwischen Flözen aus Magerkohle angetroffen.

4. Die Zahl der Cannelkohlengerölle ist immer relativ grösser als die aus gewöhnlicher (Humus-)Kohle. Dieses Verhältnis ist um so auffallender, als die Cannelkohle in den Flözen überall gegenüber der anderen (Humus-)Kohle an Menge zurücktritt.

Über die Entstehung der Kohlengerölle ist sehr oft diskutiert worden. Die einen Forscher nehmen an, dass die Kohle als solche von einem schon bestehenden Kohlenflöz losgerissen und als Geröll dann wieder abgelagert wurde. Der Charakter der Kohle soll zur Zeit der Geröllbildung alsdann dem heutigen Charakter der Kohle schon ungefähr entsprochen haben. Andere Forscher denken aber, dass die Kohle im Torf- oder Holzstadium schon als Geröll abgelagert wurde und den ganzen Inkohlungsprozess dann als Geröll durchgemacht hat. Auf einen hierzwischen vermittelnden Standpunkt stellt sich betreffs der Cannelkohlengerölle von Bruay in Nordfrankreich Ch. Barrois[3]). Derselbe hat beobachtet, dass diese Gerölle Schwundrisse zeigen, welche durch Calcit ausgefüllt sind. Ch. Barrois schliesst sich daher im allgemeinen der von H. Fayol[4]) vertretenen Ansicht an. Nach dieser

---

[1]) Proceedings of the geol. Soc. London 1837. Vol. III. S. 276.

[2]) Ch. Barrois, Observations sur des galets de Cannel-coal du terrain houiller de Bruay. Annales de la Soc. géol. du Nord. Lille 1908. S. 3 ff.

[3]) Ch. Barrois, Observations sur les galets de Cannel-coal du terrain houiller de Bruay. Annales de la Soc. géol. du Nord. Lille 1908. S. 3 ff.

[4]) H. Fayol. Bassin houiller de Commentry, Bull. Soc. ind. minérale. Vol. XV. 1886. S. 170.

sind Kohlengerölle, als sie sich ablagerten, zum Teil schon dem Inkohlungsprozess unterworfen gewesen, während sie nach ihrer Ablagerung noch einem weiteren Inkohlungsprozess unterlagen, daher an Volumen noch einbüssten und infolgedessen bisweilen Schwundrisse zeigen.

Wir selbst lassen diese Ansicht für alle Kohlengerölle, in denen sich Schwundrisse zeigen, gelten. Sehr viele Kohlengerölle sind aber wohl bereits als Kohle transportiert worden, die ihrem heutigen Charakter entspricht. Es wäre sonst allzu auffallend, dass der Inkohlungsprozess genau so für das isolierte Kohlenstück verlaufen sein sollte wie für das nächstbenachbarte kompakte Flöz. Denn in Commentry, Zwickau und an anderen Stellen stimmt die Kohle des Gerölles chemisch und physikalisch stets vollkommen mit der Kohle des nächstbenachbarten Flözes überein.

F. Der Einfluss der Kohlenlager auf die geothermische Tiefenstufe.

Durch die bei der Inkohlung freiwerdende Wärmemenge üben die Kohlenlager auch einen Einfluss auf die geothermische Tiefenstufe aus. Hierauf hat vor allem H. Höfer[1]) hingewiesen.

Es ist bekannt, dass die täglichen Temperaturschwankungen schon in 1—1½ m Bodentiefe bei uns in Deutschland sich nicht mehr geltend machen. In einer Tiefe von 20—25 m kann man auch die jährlichen Temperaturschwankungen bei uns nicht mehr nachweisen.

Dringt man tiefer in die Erde vor, so findet man, dass hier überall unveränderte Temperaturen herrschen, dass aber die Wärme mit der Tiefe immer mehr zunimmt. Diejenige Tiefe, in welcher eine Temperaturzunahme von 1° C. erfolgt, bezeichnet man als geothermische Tiefenstufe. Der Betrag dieser geothermischen Tiefenstufe ist nicht überall gleich. Meistens beträgt er etwas über 30 m.

Kohlenlager (und auch bituminöse Schichten) können nun durch Wärmebildung den Betrag der geothermischen Tiefenstufe sehr verkleinern. Hierüber macht H. Höfer unter anderem folgende Mitteilungen:

---

[1]) H. Höfer, Die Wärmeverhältnisse im Kohle führenden Gebirge. Österr. Zeitschr. f. B. und H. W. 1901. S. 249 ff.



Beim Abteufen des Alexander-Schachtes bei Ossegg in Böhmen wurden genaue Temperaturmessungen mittels eines 1,5 m langen Stangenthermometers sorgfältig durchgeführt. Während bis 300 m Teufe die Temperaturen ganz regelmässig um 1° Celsius für 20 m zunahmen, stieg das Thermometer mit der Annäherung zum Flöz rapid, und zwar innerhalb 32 m um 6,1° C, woraus für dieses unterste Schachtstück sich eine Tiefenstufe von 5,2 m ergab.

Aus diesen Beobachtungen schliesst Höfer, dass das Braunkohlenflöz in der Umgebung von Dux, Ossegg und Brüx in Böhmen eine reichliche Wärmequelle ist, in welcher vorwiegend durch den Kohlungsprozess Temperaturen bis zu 32° Celsius erzeugt werden.

Wärme wird in den Kohlenflözen zunächst bei Bildung von CO_2 frei, dann aber auch bei Bildung von CH_4.

So hat F. Toldt berechnet, dass bei der Bildung von 1 kg Braunkohle aus Holz 4048 Cal. und von 1 kg Steinkohle aus Braunkohle 1407 Cal. frei werden. Seine Berechnungen lehren auch, dass bei der ersteren Umwandlung 46,4 Vol. Prozent CH_4 und 52,4 Vol. Prozent CO_2, bei der letzteren jedoch 71,2 Vol. Prozent CH_4 und 26,3 Vol. Prozent CO_2 frei werden.

Bekannt war in der geol. Literatur bisher der geringe Tiefenstufenwert in der Braunkohlengrube am Fusse des Monte Massi in den Maremmen. Man fand hier eine Tiefenstufe von 10,9 resp. 12,5 m. Es ist dies nach H. Höfer ebenfalls auf die eigene Wärmebildung des dortigen Braunkohlenflözes zurückzuführen.

Andere Beobachtungen liess H. Höfer in der Braunkohlengrube zu Fohnsdorf in Steiermark ausführen. Es stellte sich hier heraus, dass die geothermische Tiefenstufe 20,46 m betrug, also auch etwa $^1/_3$ niedriger war als normal.

Nach Heise-Herbst[1]) hat man im rheinisch-westfälischen Industriebezirk als geothermische Tiefenstufe 28 m, bei Gruben unter sehr mächtigen Deckgebirgen 25 m festgestellt. Für einzelne Saarbrücker Gruben ist die geothermische Tiefenstufe auf nur 21,7 m berechnet.

Die durch den Prozess der Inkohlung frei werdende Wärme wird im Flöze um so fühlbarer werden, je weniger Wärme abgegeben wird. Wärmeabgabe kann auf verschiedene Weise erfolgen. Einmal durch

[1]) Heise-Herbst, Lehrbuch der Bergbaukunde. I. Bd. 2. Aufl. Berlin 1911.



Wasser, welches im Flöze zirkuliert, dann aber auch durch die Leitungsfähigkeit des Nebengesteines.

Von dieser „Eigenwärme“ eines Kohlenflözes unterscheidet H. Höfer die „Brühwärme“ eines Flözes. Werden Strecken und Abbauorte im Kohlenflöz aufgefahren, so pflegt sich die Temperatur der Kohlenstösse zu erhöhen. Es tritt dies umso mehr ein, wenn die Menge der vorbeiziehenden Wetter gering und deren Temperatur hoch ist, wenn also äusserlich abkühlende Einwirkungen fehlen. Diese Erwärmung der Kohle bezeichnet der Bergmann an vielen Orten als „Brühen“. Mit dem Gebirgsdrucke hat diese Erwärmung nur insofern etwas zu tun, als durch den Druck ein Zerklüften der Kohle stattfindet. Hierdurch werden dem Sauerstoff der Luft mehr Berührungsflächen mit der Kohle geboten, wodurch eine stärkere Oxydation und gleichzeitig eine stärkere Wärmebildung eintreten kann.

G. Natürliche Lichterscheinungen in Kohlengruben.

Es seien hier auch noch einige natürliche Lichterscheinungen kurz besprochen, die man in Steinkohlengruben öfter beobachtet, ohne dass ein Entzünden etwa vorhandener Schlagwetter hierdurch stattfindet. Auf diese Lichterscheinungen hat unter anderen Canaval[1]) hingewiesen. Sie treten besonders beim Zusammenbrechen alter Baue ein. Im „Haupt-Bericht der preussischen Schlagwetter-Kommission“[2]) findet man hierüber zusammenfassend Folgendes angeführt:

„Nicht nur aus dem Ostrauer und Rossitzer (mährischen), sondern auch aus oberschlesischen und westfälischen Steinkohlenrevieren liegt eine Reihe bemerkenswerter Beobachtungen hierüber vor. Übereinstimmend ist in allen Fällen nach langsamem Durchbiegen ein Knistern des Hangenden bei dem dann plötzlich unter donnerähnlichem Getöse erfolgenden Hereinbrechen der Gesteinsblöcke ein mehrere Sekunden lang andauerndes wahres „Feuermeer“ von Funken beobachtet worden, welches die ganze Umgebung grell beleuchtete. Bei mehreren der Brüche waren die betreffenden alten Baue vollständig mit explosiblen

[1]) R. Canaval, Über Lichterscheinungen beim Verbrechen von Verhauen. Zeitschr. f. prakt. Geol. XVII. 1909. S. 440ff.

[2]) Berlin 1887, S. 156.



Schlagwettern erfüllt, ohne dass gleichwohl eine Explosion der letzteren eintrat".

Über weitere Einzelheiten bei solchen Lichterscheinungen berichtet Mayer[1]). So beobachtete man im Ostrau-Karwiner Steinkohlenrevier beim Abbau am III. Flöz in Poremba während des Verbruches der sehr festen Sandsteinschichten ein lebhaftes Funkensprühen, „so dass einige Augenblicke hindurch die herabkollernden Gesteinsmassen sowie die in deren nächster Umgebung stehenden Stempel ganz beleuchtet waren." In einem anderen Abbau derselben Grube sahen mehrere Häuer eine „blitzartige Lichterscheinung", die einige Sekunden anhielt. Dieselbe wurde, ohne dass ein Verbruch erfolgte, von einem dumpfen Knall begleitet. „Die in dem weiten Raum noch stehenden Stempel erschienen deutlich beleuchtet, so dass man dieselben hätte genau zählen können."

Diese eigenartigen Lichterscheinungen sind in der verschiedensten Weise gedeutet worden. Am besten erscheint uns die von Canaval gegebene Erklärung. Derselbe betrachtet die Lichterscheinung als eine durch Reibung hervorgerufene Phosphoreszenzerscheinung des Quarzes. Beim Reiben zweier Quarze kann man eine solche Phosphoreszenzerscheinung bisweilen schon im Sonnenlicht wahrnehmen. In den Alpen sind solche Lichterscheinungen nachts öfter in Sturzbächen beobachtet. Durch das Aneinanderreiben der mitgeführten Quarzgerölle pflegen dieselben bisweilen schwach zu leuchten. Zu Grubenbränden geben diese Lichterscheinungen keine Veranlassung.

H. Die Probeentnahme der Kohle.

Die Bewertung eines Kohlenfeldes geschieht in erster Linie auf Grund einer Berechnung der aufgeschlossenen und sicher zu vermutenden Kohlenmenge sowie auf Grund der vorliegenden Kohlenart. Die Feststellung der Kohlenart erfolgt durch chemische und technische Untersuchung einer Kohlenprobe. Diese letztere muss so entnommen werden, dass sie einer Durchschnittsprobe der Förderkohle entspricht.

Über eine zweckmässige Entnahme der Kohlenprobe stellt M. R. Campbell[2]) folgende beachtenswerte Regeln auf:

---

[1]) Österr. Zeitschr. f. B. u. H. W. 1886. S. 379.

[2]) Marius R. Campbell, The Value of Coal-Mine Sampling. Economic Geology II. 1907. S. 48. — Vergleiche ferner: Campbell, The Commercial Value of Coal-Mine Sampling. Trans. Am. Inst. Min. Eng. Vol. XXXVI. S. 341.



Man nehme niemals angewitterte Kohle, sondern nur frische Kohle. Man reinige die Kohle von Kohlenstaub und anderen Verunreinigungen.

Man breite ein Öltuch oder ein Gummituch über den Boden aus, um alle abspringenden Teile der Kohle aufzufangen und um Schmutz und Feuchtigkeit des Bodens fernzuhalten. Das Tuch sei etwa 1,50 × 2,00 m gross.

Zum Zwecke der Entnahme einer Kohlenprobe ritze man die Kohlenwand vom Hangenden zum Liegenden gleichmässig rinnenförmig an. Die Rinne muss so tief sein, dass mindestens 8 Kilo Kohle auf jedes Meter entfallen.

Ausgehalten von der Probe werden taube Partien von mehr als 1 cm Mächtigkeit.

Ist die Probe nass, so muss man sie trocknen (ausserhalb der Grube), bis alle sichtbare Feuchtigkeit verschwunden ist.

Ist die Probe nicht feucht, sondern trocken, so pulvere man die Kohle in der Grube, bis sie sich durch ein 1 cm Sieb sieben lässt. Dieses Zerkleinern der Kohle hat in der Grube zu erfolgen, damit durch veränderte atmosphärische Verhältnisse keine Feuchtigkeit von der Kohle aufgenommen wird. Die Probe wird nach dem Zerkleinern gut durcheinander gemischt und wiederholt gevierteilt, bis man die zur Analyse nötige Menge hat. Diese Analysenprobe wird alsdann gut verpackt, versiegelt und fortgesandt.

Die Analyse einer solchen Probe enthält meist weniger Schwefel und Asche als die Durchschnittsanalyse der Fördermasse. Als gute Regel hat es sich ergeben, den Schwefelgehalt mit 1,06 und den Aschengehalt mit 1,29 zu multiplizieren. Diese Zahlen haben nur ganz allgemeine Gültigkeit. Für jedes Kohlenfeld und Kohlenlager wird sich durch eingehendes Studium leicht eine bessere Zahl für die betreffenden Vorkommen finden.

Jede Probe soll von einer genauen Notiz begleitet sein, in welcher auch angegeben ist, wie die Probe entnommen wurde.

Bei einer Veröffentlichung der Kohlenanalysen soll man ebenfalls genau die Art der Probeentnahme angeben, ferner Datum und Name des Probeentnehmers, Name des Analytikers und die Art der Behandlung der Probe bei der Entnahme.

In ähnlicher Weise äussert sich J. St. Burrows [1]). Nach ihm haben die Erfahrungen der „United States Geological Survey" ergeben,

[1]) J. St. Burrows. The importance of uniform and systematic coal-mine sampling. U. St. Geol. Survey. Bull. 316. Washington 1907. S. 487—517.



dass die Resultate der Grubenproben stets besser sind als es dem Durchschnittswerte der Förderkohle entspricht. Auf diese Untersuchungen sei im Folgenden kurz eingegangen. Sie wurden in den Jahren 1904 bis 1907 in St. Louis durchgeführt. Sie erstreckten sich auf 159 Kohlengruben in 23 verschiedenen Staaten Nordamerikas.

Zur Durchführung der Untersuchung entnahm man jeder Grube eine oder mehrere Proben. Ausserdem wurden auch eine oder mehrere Wagenladungen Kohle nach St. Louis geschafft, um hier als grosse Masse untersucht zu werden.

Die Probeentnahme in der Grube erfolgte in folgender Weise.

An zwei oder mehreren Stellen normaler Flözentwicklung reinigte man den Kohlenstoss von Schmutz, Staub und losen Stücken, etwa auf 1,50 m Breite. Dann breitete man ein wasserdichtes Tuch auf dem Boden an der betreffenden Kohlenwand aus und ritzte die Kohlenwand von unten nach oben an. Man entnahm hierbei mindestens 2,5 Kilo Kohle pro 30 cm Kohlenmächtigkeit. Stellen, welche der Bergmann in der Grube aushielt, wurden auch ausgehalten. Nach der Probeentnahme entwarf man ein möglichst detailliertes und genaues Profil des betreffenden Kohlenstosses. Die Probe wurde dann in der Grube selbst zerkleinert und durch ein 1 cm - Sieb gesiebt, von zwei Leuten auf dem Tuche gut gemischt und in der üblichen Weise gevierteilt. Darauf entfernte man zwei entgegengesetzte Quadranten, mischte die beiden anderen von neuem gut durch und vierteilte vielleicht noch einmal. Den übrig bleibenden Rest schüttete man kreisförmig etwa 5 cm hoch auf dem Tuche auf, entnahm diesem Kreise einzelne kleine Proben und versandte diese, in einem Gefässe gut verschlossen und versiegelt, zur chemischen Analyse.

Bei einem Vergleich der Resultate dieser Grubenprobe und einer ganzen Wagenprobe ergab sich nun, dass beide Resultate nicht übereinstimmten, und zwar fiel die Wagenprobe fast immer schlechter aus als die Grubenprobe. Zur Erläuterung seien einige dieser Analysenresultate im Folgenden wiedergegeben. Sie sind ohne besondere Wahl den zahlreichen Angaben Burrows entnommen.

Feuchtigkeit, Asche und Schwefelgehalt amerikanischer Förderkohle.

Herkunft der Probe	Nr.	Analysenresultat %			Durchschnitts-gehalt			Überschuss in Wagen- resp. Grubenprobe		
		Feuch-tigkeit	Asche	S	Feuhc-tigkeit	Asche	S	Feuch-tigkeit	Asche	S
Alabama Nr. 2 B, Carbon Hill:										
Mine sample . . .	3011	4,71	10,17	1,33	4,61	9,54	1,40	0,66	—	0,28
Desgl.	3012	4,51	8,92	1,48						
Car sample . . .	3211	3,95	14,59	1,12	3,95	14,59	1,12	—	5,05	—
Alabama Nr. 3, Garnsey:										
Mine sample . . .	3018	3,03	10,72	0,49	3,14	11,44	0,51	0,42	—	—
Desgl.	3019	3,25	12,16	0,53						
Car sample . . .	3255	2,72	14,36	0,55	2,72	14,36	0,55	—	2,92	0,04
Alabama Nr. 4, Belle Ellen:										
Mine sample . . .	3034	3,67	3,14	1,22	3,63	2,80	1,36	—	—	0,28
Desgl.	3035	3,60	2,46	1,50						
Car sample . . .	3109	6,43	12,92	1,08	6,43	12,92	1,08	2,80	10,12	—
Alabama Nr. 5, Lehigh:										
Mine sample . . .	4090	4,72	4,14	0,83	3,82	3,43	0,74	—	—	—
Desgl.	4091	2,93	2,73	0,65						
Car sample . . .	4252	5,59	16,08	1,40	5,59	16,08	1,40	1,77	12,65	0,66
Alabama Nr. 6, Dolomite:										
Mine sample . . .	4292	3,23	3,83	0,57	3,02	3,67	0,58	—	—	—
Desgl.	4293	2,81	3,51	0,59						
Car sample . . .	4338	3,23	6,71	0,61	3,39	6,83	0,59	0,37	3,16	0,01
Desgl.	4353	3,56	6,95	0,58						
Illinois Nr. 12, Bush:										
Mine sample . . .	1683	8,29	10,83	2,81	8,35	11,35	3,22	0,15	—	—
Desgl.	1688	8,41	11,88	3,63						
Car sample . . .	1762	8,20	12,95	3,48	8,20	12,95	3,48	—	1,60	0,26
Illinois Nr. 19 C, Zeigler:										
Mine sample . . .	1871	9,90	7,74	0,48						
Desgl.	1872	10,53	7,40	0,47	10,03	7,13	0,47	0,45	—	—
Desgl.	3408	9,65	6,25	0,45						
Car sample . . .	3447	9,58	11,00	0,52	9,58	11,00	0,52	—	3,87	0,05

Herkunft der Probe	Nr.	Analysenresultat %			Durchschnittsgehalt			Überschuss in Wagen- resp. Grubenprobe		
		Feuchtigkeit	Asche	S	Feuchtigkeit	Asche	S	Feuchtigkeit	Asche	S
Illinois Nr. 25 A, Germantown:										
Mine sample . . .	2856	11,64	8,66	3,41	11,89	8,97	3,71	0,54	—	—
Desgl.	2857	12,15	9,28	4,01						
Car sample . . .	2991	11,35	13,40	4,76	11,35	13,40	4,76	—	4,43	1,05
Indiana Nr. 15, Linton:										
Mine sample . . .	3473	13,53	7,55	0,95	13,75	7,32	0,95	0,17	—	0,04
Desgl.	3474	13,98	7,10	0,96						
Car sample . . .	3567	13,59	8,15	0,91	13,58	8,15	0,91	—	0,83	—
Indiana Nr. 16, Linton:										
Mine sample . . .	3475	10,19	9,21	3,16	10,85	10,21	3,66	0,55	—	—
Desgl.	3476	11,51	11,22	4,17						
Car sample . . .	3564	10,30	11,75	4,23	10,30	11,75	4,23	—	1,54	0,57
Indiana Nr. 17, Bicknell:										
Mine sample . . .	3516	10,60	8,30	3,69	11,23	8,18	3,87	—	—	0,22
Desgl.	3517	11,87	8,06	4,05						
Car sample . . .	3981	12,08	11,02	3,65	12,08	11,02	3,65	0,85	2,84	—
Maryland Nr. 1, Piedmont, W. Va.:										
Mine sample . . .	2018	2,47	9,55	1,23	2,96	10,20	1,41	0,63	—	—
Desgl.	2019	3,45	10,85	1,60						
Car sample . . .	2274	2,33	13,13	1,49	2,33	13,13	1,49	—	2,93	0,08
Ohio Nr. 1, Wellston:										
Mine sample . . .	1896	8,45	6,73	3,10	7,97	8,62	4,27	0,26	—	—
Desgl.	1897	7,50	10,51	5,44						
Car sample . . .	2071	7,71	11,95	4,61	7,71	11,95	4,61	—	3,33	0,34
Ohio Nr. 2, Wellston:										
Mine sample . . .	1898	9,38	7,62	4,08	9,16	8,48	4,24	0,15	—	0,22
Desgl.	1899	8,95	9,34	4,41						
Car sample . . .	2109	9,01	11,34	4,02	9,01	11,34	4,02	—	2,86	—
Ohio Nr. 3, Shawnee:										
Mine sample . . .	1900	10,78	6,13	1,11	10,27	6,07	1,27	0,37	—	—
Desgl.	1901	9,79	6,01	1,43						
Car sample . . .	2144	9,90	11,58	1,81	9,90	11,58	1,81	—	5,51	0,54

Herkunft der Probe	Nr.	Analysenresultat %			Durchschnitts-gehalt			Überschuss in Wagen- resp. Grubenprobe		
		Feuchtigkeit	Asche	S	Feuchtigkeit	Asche	S	Feuchtigkeit	Asche	S
Pennsylvania Nr. 8. Ehrenfeld:										
Mine sample . . .	2014	3,49	5,71	0,95	3,29	5,58	1,06	—	—	0,12
Desgl.	2015	3,09	5,46	1,18						
Car sample . . .	2152	3,51	6,63	0,94	3,51	6,63	0,94	0,22	1,05	—
Pennsylvania Nr. 9, Kimmelton:										
Mine sample . . .	2016	2,63	10,21	2,05	3,26	9,27	1,90	0,17	—	—
Desgl.	2017	3,90	8,33	1,76						
Car sample . . .	2199	3,09	11,33	2,04	3,09	11,33	2,04	—	2,06	0,14
Pennsylvania Nr. 11, Charleroi:										
Mine sample . . .	3421	2,50	5,34	1,14	2,53	6,14	1,70	0,58	—	0,52
Desgl.	3422	2,56	6,95	2,27						
Car sample . . .	3532	1,95	7,29	1,18	1,95	7,29	1,18	—	1,15	—
Pennsylvania Nr. 12, Atcheson:										
Mine sample . . .	3441	2,60	5,63	1,19	2,90	5,75	1,20	0,94	—	—
Desgl.	3442	3,21	5,88	1,22						
Car sample . . .	4098	1,96	9,25	2,19	1,96	9,25	2,19	—	3,50	0,99
Pennsylvania Nr. 13, Creighton:										
Mine sample . . .	3437	2,53	8,98	2,21	2,73	8,25	2,04	0,08	—	—
Desgl.	3438	2,93	7,53	1,87						
Car sample . . .	3879	2,65	13,16	2,16	2,65	13,16	2,16	—	4,91	0,12

Als Durchschnittsresultat aller Proben hat sich ergeben, dass man das Resultat der Grubenprobe mit folgender Zahl multiplizieren muss, um das Resultat der Wagenprobe, also der für den Handel bestimmten Förderkohle zu erhalten:

Feuchtigkeit, wenn weniger als 5% in der Grubenprobe meist 1,19
" " mehr " 5% " " " " 0,93
Schwefel, wenn weniger als 3% in der Grubenprobe " 1,07
" " mehr " 3% " " " " 1,06
Asche, wenn weniger als 7% in der Grubenprobe " 1,62
" " mehr " 7% " " " " 1,28

Es gelten diese Zahlen natürlich nur allgemein. Lokal wird sich für jede Grube leicht ein etwas anderer Wert ergeben.

III. Kohlenvorräte und Kohlenproduktion.

Eine der wichtigsten Aufgaben des vorbereitenden Ausschusses für den internationalen Geologenkongress in Kanada im Jahre 1913 war die Schätzung der Kohlenvorräte der Erde. Auf Grund der hier gesammelten Daten[1]) seien im Folgenden einige Angaben über diese Kohlenvorräte gemacht. Die Mitteilungen erfolgen in Tabellenform.

A. Grundsätze, nach welchen die Kohlenvorräte der Erde zum internationalen Geologenkongress in Kanada, 1913, ermittelt wurden.

Zwecks Schätzung der Kohlenvorräte der Erde wurden vom vorbereitenden Ausschuss des internationalen Geologenkongresses in Kanada folgende Grundsätze aufgestellt und den einzelnen Ländern zur Beachtung überwiesen.

Man hat zu unterscheiden:

I. Abbauwürdige Kohlenflöze, welche für den heutigen Bergbau in erreichbarer Tiefe liegen. Als Grenze für Mächtigkeit des Flözes und Tiefenlage ist hierbei anzunehmen eine Mächtigkeit über 0,30 m (1 Fuss) und eine Tiefe nicht über 1200 m (4000 Fuss). Abbauwürdige unterseeische Kohlenflöze können berücksichtigt werden.

II. Kohlenflöze, welche wegen zu grosser Tiefe zwar noch nicht augenblicklich, aber wohl in Zukunft für den Abbau in Betracht kommen. Als Grenzzahlen hat hierbei die Schätzung anzunehmen mindestens 0,60 m Mächtigkeit bei den einzelnen Flözen und höchstens 1800 m (6000 Fuss) Tiefe.

---

[1]) The coal resources of the world. Toronto 1913. Drei Bände und ein Atlas.

Bei beiden Gruppen hat man alsdann weiter zu unterscheiden:

1. Sichere Vorräte („Actual“ Reserves). Es sind dies Vorräte, welche man durch Berechnung sicher feststellen kann, bei welchen also die Mächtigkeit und Verbreitung der einzelnen Flöze bekannt ist.

2. Wahrscheinliche Vorräte („Probable“ Reserves), welche man mit annähernder Sicherheit noch bestimmen kann.

3. Mögliche Vorräte („Possible“ Reserves), welche man zahlenmässig nicht mehr angeben kann. —

Ferner wurde verlangt, bei Angabe der Kohlenvorräte auch den Charakter der geschätzten Kohle näher zu bezeichnen. Da eine allgemein anerkannte Einteilung der Kohlen zurzeit aber noch nicht besteht, so wurden folgende Klassen als Norm aufgestellt:

A. 1. Brennt mit kurzer, blauer Flamme; 3—5 % flüchtige Bestandteile; 8000—8330 Kalorien; chemische Zusammensetzung: 93 bis 95 % C, 2—4 % H, 3—5 % O + N.

A. 2. Brennt mit schwachleuchtender, kurzer Flamme, russt sehr wenig; kokt nicht; 7—12 % flüchtige Bestandteile; 8330—8600 Kalorien; chemische Zusammensetzung: 90—93 % C, 4—4,5 % H, 3—5,5 % O + N.

B. 1. Brennt mit kurzer, leuchtender Flamme; 12—15 % flüchtige Bestandteile; kokt nicht; 8400—8900 Kalorien; chemische Zusammensetzung: 80—90 % O, 4,5—5 % H, 5,5—12 % O + N.

B. 2. Brennt mit leuchtender Flamme; 12—26 % flüchtige Bestandteile; kokt meist; 7700—8800 Kalorien; chemische Zusammensetzung: 75—90 % C, 4,5—5,5 % H, 6—15 % O + N.

B. 3. Brennt leicht mit langer Flamme; bis 35 % flüchtige Bestandteile; kokt porös; 6600—7800 Kalorien; chemische Zusammensetzung: 70—80 % C, 4,5—6 % H, 18—20 % O + N.

C. Brennt mit langer, rauchender Flamme; 30—40 % flüchtige Bestandteile; kokt sehr porös; 6600—8800 Kalorien.

D. 1. Brauner oder gelber Strich; bis 20 % Feuchtigkeit; 5500 bis 7200 Kalorien; chemische Zusammensetzung: 60—75 % C, 6—6,5 % H, 20—30 % O + N. Farbe meist schwarz, bisweilen braun; Bruch meist muschelig.

D. 2. Feuchtigkeit über 20 %; Bruch erdig; Farbe braun, bisweilen schwarz; 4000—6000 Kalorien; chemische Zusammensetzung: 45 bis 65 % C., 6—6,8 % H., 30—45 % O + N.

Nach diesen Grundsätzen wurden zum internationalen Geologenkongress 1913 die Kohlenvorräte der Erde festgestellt. Leider ist

eine Gleichmässigkeit der Schätzung allgemein nicht erreicht worden. So sind in Deutschland und England die als sicher angesehenen Vorräte viel enger gefasst als sichere Vorräte einzelner überseeischer Länder, deren Vorräte man in Deutschland und England oft nur als wahrscheinlich bezeichnen würde. Sehr unsicher sind naturgemäss auch die Angaben über die Vorräte Chinas. So beträgt die Schätzung der wahrscheinlichen Vorräte dieses Landes nach Drake etwa 30mal soviel als wie nach Inouye. Bei den Vereinigten Staaten von Nordamerika sind wahrscheinliche Vorräte und sichere Vorräte nicht getrennt. Für Belgisch-Kongo werden 90 Millionen Tonnen wahrscheinlicher und 900 Millionen Tonnen möglicher Vorräte angegeben, obwohl erst im Jahre 1911 dort kleine Ausstriche von Kohle entdeckt sind und man über die Menge derselben eigentlich überhaupt noch nichts aussagen kann. Diese kritischen Bemerkungen genügen, um ein Bild von den Schwierigkeiten einer gleichmässigen Schätzung der gesamten Kohlenvorräte der Erde zu geben.

Im Folgenden sind einige der wichtigsten Schätzungen in Tabellenform wiedergegeben. Ergänzt wurde die Zusammenstellung durch einige Produktionstabellen. Aus beiden Angaben lässt sich alsdann ein Bild über die Bedeutung der Kohlenvorräte der betreffenden Länder für die heutige Weltwirtschaft leicht machen.

B. Kohlenvorräte und Kohlenproduktion der Erde.

Von den als sicher, wahrscheinlich und möglich bezeichneten Kohlenvorräten der Erde entfallen auf die verschiedenen Erdteile folgende Mengen:

Die Kohlenvorräte der Erde.

(In Millionen Tonnen.)

Erdteil	Klasse A Anthrazit, inkl. gewisser magerer Steinkohlen	Klasse B und C Steinkohlen	Klasse D Braunkohlen	Summa
Oceanien (Inseln des indischen Ozeans und Australien)	659	133 481	36 270	170 410
Asien	407 637	760 098	111 851	1 279 586
Afrika	11 662	45 123	1 054	57 839
Amerika	22 542	2 271 080	2 811 906	5 105 528
Europa	54 346	693 162	36 682	784 190
Summa	496 846	3 902 944	2 997 763	7 397 553

Die **sicheren** Kohlenvorräte der Erde.

(In Millionen Tonnen.)

	Klasse			Summa
	A	B und C	D	
Oceanien	99	2 405	1 569	4 073
Asien	8 895	11 310	297	20 502
Afrika	2	343	154	499
Amerika				
Nord	675	29 161	384 968	416 891
Mittel				
Süd		2 087		
Europa	13 046	236 716	24 427	274 189
Summa	22 717	282 022	411 415	716 154

Die **wahrscheinlichen** und **möglichen** Kohlenvorräte der Erde.

(In Millionen Tonnen.)

	Klasse			Summa
	A	B und C	D	
Oceanien	560	131 076	34 701	166 337
Asien	398 742	748 788	111 554	1 259 084
Afrika	11 660	44 780	900	57 340
Amerika				
Nord	21 167	2 210 521	2 426 934	4 688 637
Mittel		1	4	
Süd	700	29 310		
Europa	41 300	456 446	12 255	510 001
Summa	474 129	3 620 922	2 586 384	6 681 399

Man ersieht aus diesen Tabellen, dass die grössten Kohlenvorräte Amerika (ca. $^7/_{10}$) besitzt, dann folgt Asien mit nicht ganz $^2/_{10}$, dann Europa mit $^1/_{10}$, mit geringeren Mengen Oceanien und zuletzt Afrika.

Aus den weiter folgenden beiden Tabellen erkennt man die Bedeutung der verschiedenen Kohlenvorkommen für den jetzigen Weltmarkt.

Die Kohlenproduktion der Erde.

(In Millionen Tonnen.)

	1865	1870	1875	1880	1885	1890	1895	1900	1905	1910
Australien . . .	—	—	—	—	—	—	4,01	6,48	6,83	10,00
Neu-Seeland . .	—	—	—	—	—	—	0,76	1,11	1,41	2,23
China	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,59
Indien	—	—	—	—	—	—	2,65	6,22	7,92	12,09
Japan	—	—	—	—	—	—	4,84	7,43	11,89	14,79
Süd-Afrika . .	—	—	—	—	—	—	1,40	0,76	3,22	5,50
Kanada	—	—	—	—	—	—	3,19	5,09	7,96	13,01
Vereinigte Staaten von Amerika . .	24,79	29,95	48,20	66,83	102,18	141,62	177,59	243,41	351,12	445,81
Mexiko	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,45
Grossbritannien .	99,76	112,24	135,49	149,38	161,96	184,59	194,35	228,77	239,89	264,50
Spanien . . .	0,45	0,66	0,61	0,85	0,94	1,18	1,77	2,58	3,20	3,55
Frankreich . .	11,84	13,30	16,95	19,36	19,51	26,08	28,24	33,40	36,05	38,57
Belgien	11,84	13,69	15,01	16,88	17,44	20,37	20,41	23,46	21,84	23,18
Deutschland . .	28,33	34,88	48,53	59,12	73,67	89,29	103,96	149,79	173,66	221,98
Österreich-Ungarn . . .	2,03	8,36	13,06	14,80	20,43	26,10	27,25	39,03	40,72	38,00
Italien	—	—	—	—	—	—	0,25	0,48	0,31	0,40
Schweden . . .	—	—	—	—	—	—	0,20	0,25	0,33	0,21
Russland . . .	0,33	0,69	1,17	3,27	4,24	7,00	9,10	14,76	17,12	24,57
Andere Länder .	2,71	4,04	6,26	9,28	12,45	16,89	1,75	2,90	4,55	8,00
Summa . . .	182,08	217,81	285,30	339,37	412,82	513,12	581,72	765,92	928,02	1 143,38

Wie diese Produktionstabellen zeigen, steht Europa der Produktion nach an erster Stelle. Dann folgt Amerika, darauf in grossem Abstande Asien, dann Australien und zuletzt Afrika.

Aus der Tabelle ersieht man ferner die Steigerung der Kohlenproduktion in den verschiedenen Ländern während der letzten Jahrzehnte und Jahre. Demnach stand früher an erster Stelle England. Zwischen 1895 und 1900 wurde es alsdann von den Vereinigten Staaten von Nordamerika überholt und im Jahre 1912 nahm Deutschland zum ersten Male die zweite Stelle unter den kohleproduzierenden Ländern ein[1]). An die Produktionszahlen dieser genannten drei Länder reichen alle anderen Länder nicht entfernt hinan. Alle anderen Länder zusammen genommen weisen noch nicht einmal eine Produktionszahl auf, welche der niedrigsten Produktion unter den genannten drei Ländern gleichkommt.

[1]) Die englische Produktion wurde im Jahre 1912 durch den dortigen grossen Streik ungünstig beeinflusst. Zudem ist in der deutschen Produktion auch Braunkohle enthalten, welche in England nicht gefördert wird.

Die Kohlenproduktion der Erde in den letzten 10 Jahren (nach The Mineral Industrie).

(In metrischen Tonnen.)

	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912
Asien:									
China . .				10 450 000	11 970 000	12 840 000	14 591 000	13 000 000	—
Indien . .	7 682 319	7 921 000	8 875 000	11 147 339	12 865 408	11 870 077	12 092 416	12 448 726	14942876
Japan . .	11 600 000	11 895 000	12 500 000	13 716 488	13 942 000	14 019 626	14 794 208	17 632 710	—
Australien:									
Neu-Süd-Wales . .	6 116 126	6 035 250	7 748 384	7 850 000	7 992 300	8 132 196	8 304 284	8 833 570	10044480
Neu-Seeland	1 562 443	1 415 000	1 600 000	1 831 009	1 904 276	1 941 827	2 232 520	2 099 231	—
Übriges Australien	769 723	805 000	870 000	900 000	870 000	1 183 875	1 710 930	1 740 030	—
Europa:									
Österreich-Ungarn .	40 334 681	40 725 000	40 850 000	40 112 530	40 760 870	39 842 749	38 006 840	49 089 892	—
Belgien .	23 380 025	21 844 200	23 610 740	23 705 190	23 678 150	23 561 125	23 127 230	23 125 140	22983460
Frankreich	34 502 289	36 048 264	34 313 645	36 753 627	37 622 556	37 971 858	38 570 473	39 350 041	41308508
Deutschland	169 448 272	173 663 774	193 533 259	205 242 688	215 071 345	217 322 270	221 986 376	234 259 061	259434500
Italien . .	359 456	307 500	300 000	453 137	421 906	395 600	400 000	510 029	360291
Russland .	19 318 000	17 120 000	16 990 000	21 207 500	22 943 794	24 083 000	24 572 403	23 197 000	—
Spanien .	3 123 540	3 199 911	3 284 576	3 250 000	3 871 480	3 520 000	3 550 000	3 550 000	—
Schweden .	320 984	331 500	265 000	305 000	300 000	250 000	210 700	311 809	—
Grossbritannien .	236 147 125	239 888 928	251 050 809	267 828 276	261 506 379	263 774 822	264 505 207	276 332 960	257136000
Nordamerika									
Kanada . .									
Westliches	2 619 816	3 188 909	3 717 816	4 780 301	4 304 600	4 245 856	6 446 336	5 500 000	—
Östliches	4 194 939	4 775 802	6 196 360	5 730 660	6 599 866	5 200 777	6 564 930	6 602 000	—
Mexiko . .						919 338	2 450 281	1 800 000	—
Vereinigte Staaten .	318 275 920	351 120 625	375 397 204	435 483 938	369 895 861	402 981 688	445 816 040	455 720 550	—
Südafrika .	3 015 000	3 218 500	3 900 000	3 945 043	4 621 988	4 940 192	5 500 219	6 914 500	—
Andere Länd.	4 250 000	4 550 000	5 500 000	3 475 780	4 106 000	5 000 000	7 000 000	—	—
Summa . .	867 020 658	928 049 163	990 502 793	1098 468 506	1045 248 779	1083 996 876	1143 739 902	1182 017 249	

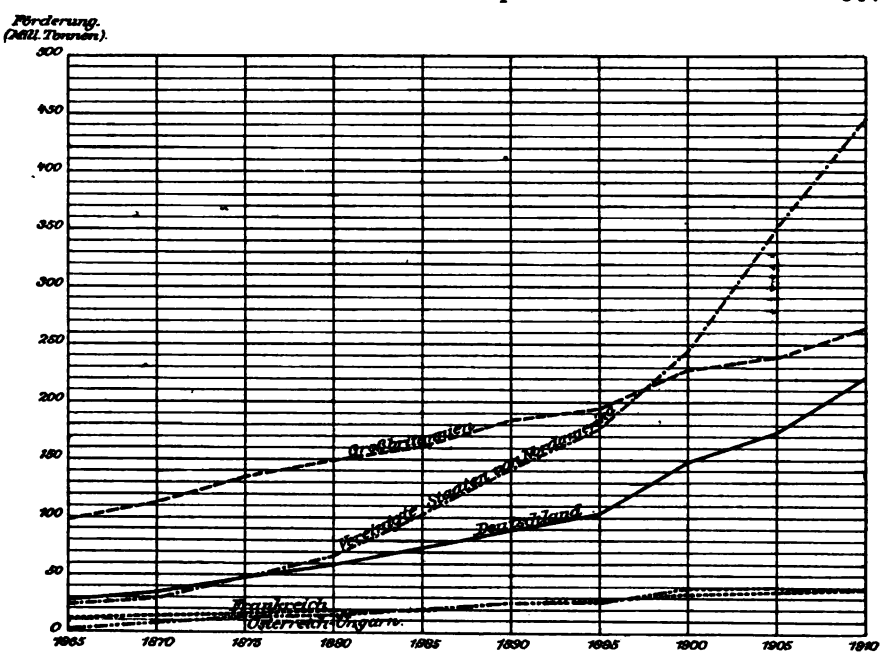


Fig. 108. Kohlenproduktion der fünf wichtigsten Länder während der letzten Jahrzehnte.

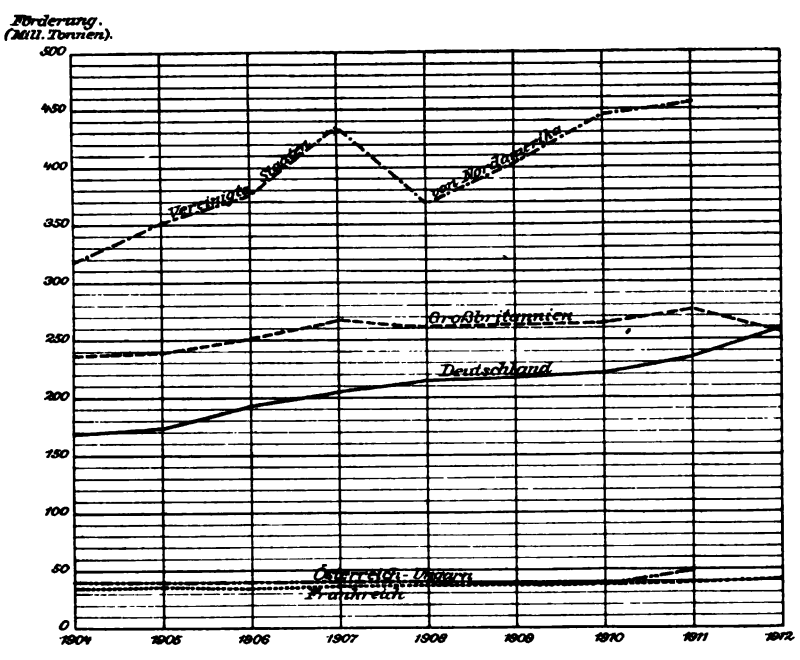


Fig. 109. Kohlenproduktion der fünf wichtigsten Länder während der letzten Jahre.

C. Kohlenvorräte und Kohlenproduktion Europas.

Im Folgenden seien noch einige genauere Angaben über die Kohlenvorräte Europas mitgeteilt.

Die gesamten Kohlenvorräte Europas, d. h. die sicheren, wahrscheinlichen und möglichen Vorräte sind nach den Berechnungen des internationalen Geologenkongresses in Kanada Folgende:

Die Kohlenvorräte Europas.

(In Millionen Tonnen.)

	Klasse A	Klasse B u. C	Klasse D	Summa
	Anthrazitische Kohlen	Bituminöse Steinkohlen	Sub-bituminöse Steinkohlen und Braunkohlen	
Grossbritannien und Irland	11 357	178 176	—	189 533
Portugal	20	—	—	20
Spanien	1 635	6 366	767	8 768
Frankreich	3 271	12 680	1 632	17 583
Italien	144	—	99	243
Griechenland	—	—	40	40
Bulgarien	—	30	358	388
Dänemark	—	—	50	50
Niederland	320	4 082	—	4 402
Belgien	—	11 000	—	11 000
Deutschland	—	409 975	13 381	423 356
Ungarn	—	113	1 604	1 717
Österreich	—	40 982	12 894	53 876
Bosnien und Herzegowina	—	—	3 676	3 676
Serbien	—	45	484	529
Rumänien	—	—	39	39
Schweden	—	114	—	114
Europäisches Russland .	37 599	20 849	1 658	60 106
Spitzbergen	—	8 750	—	8 750
Summa	54 346	693 162	36 682	784 190

Genauer lassen sich als sicher und wahrscheinlich für die einzelnen Länder Europas folgende Mengen angeben:

Die **sicheren** und **wahrscheinlichen** Kohlenvorräte Europas.

	Sichere Vorräte (In Millionen Tonnen)			Wahrscheinliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Summa
	Kohlenklasse			Kohlenklasse			
	A	B und C	D	A	B und C	D	
Grossbritannien und Irland:							
England		B 79 869			B 49 030		
Wales	8 672	B 31 402		13	B 195		
Schottland	2 500	B 18 876			B 1 685		
Irland	172	B 8			B 111		
	11 344	130 155		13	48 021		189 533
Portugal	20						20
Spanien:							
Asturias	1 008	B 2 016		148	B 296		
		B 2 016			B 296		
Sonstiges	42	B 358	394	437	B 567	373	
		C 386			C 431		
	1 050	4 776	394	585	1 590	373	8 768
Frankreich:							
Nördlich der Ardennen	520	B 2 600		1 690	B 6 260		
		C 670			C 420		
Östliche Felder . . .		B 3			B 13		
					C 630		
Armoricanisches Massiv		B 2		7	B 24		
Central-Massiv . . .	59	B 233		890	B 1 079		
		C 114			C 632		
Alpines Gebiet . . .	2			103			
Braunkohle			301			1 331	
	581	8 622	301	2 690	9 058	1 331	17 588
Italien:							
Anthrazit	1			143			
Braunkohle			1			28	
Lignitische Braunkohle			50			20	
	1		51	143		48	243
Griechenland . . .			10			30	40
Bulgarien					C 30	358	388
Dänemark:							
Faröer						50	
						50	50

	Sichere Vorräte (In Millionen Tonnen)			Wahrscheinliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Summa
	Kohlenklasse			Kohlenklasse			
	A	B und C	D	A	B und C	D	
Holland:							
Süd-Limburg	50	159		145	B 1 698		
					C 320		
Süd-Peel				125	B 1 640		
					C 265		
	50	159		270	3 923		4 402
Belgien:							
Campine:							
Limburg					B 7 000		
Antwerpen					B 1 000		
Namur					B 3 000		
					11 000		11 000
Deutschland:							
Saar-Distrikt		BC 16 548					
Westfalen		BC 56 344			BC 157 222		
Niederschlesien		B 718			B 2 226		
Oberschlesien		B 10 325			B 155 662		
Sachsen		B 225	3 000				
Linksrheinisches Gebiet		B 10 458					
Sonstige Distrikte		B 247					
Norddeutschland			6 069			3 676	
Bayern			75			293	
Hessen			169			99	
		94 865	9 313		315 110	4 068	423 356
Ungarn:							
Carbon					B 3		
Lias		B 4	3		B 106	22	
Kreide						3	
Tertiär			343			1 101	
Jung-Tertiär			8			124	
		4	354		109	1 250	1 717
Österreich:							
Alpines Gebiet		B 3	353		B 7	107	
Tertiäres Flachland			170			80	
Böhmen, Schlesien und Galizien		B 2 967	11 707		B 25 410	463	
Dalmatien			1			13	
Tief gelagerte Felder					B 12 595		
		2 970	12 231		38 012	663	53 876

	Sichere Vorräte (In Millionen Tonnen)			Wahrscheinliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Summa
	Kohlenklasse			Kohlenklasse			
	A	B u. C	D	A	B u. C	D	
Bosnien u. Herzegowina:							
Trias						1	
Oligocän-Miocän . .			850			475	
Pliocän			850			1 500	
			1 700			1 976	3 676
Serbien		B 2	58		B 43	426	529
Rumänien			3			36	39
Schweden		B 106			B 8		114
Russland:							
Dombrova					B 2 525		
Moskau						1 578	
Donetz				37 599	B 18 014		
SW.-Russland . . .						43	
W.-Ural		B 57					
Kaukasus			12		B 253	25	
		57	12	37 599	20 792	1 646	60 106
Spitzbergen					B 8 750		8 750
Summa	18 046	236 716	24 427	41 300	456 446	12 255	784 190

Betreff der einzelnen Länder sei noch Folgendes mitgeteilt:

1. Deutsches Reich.

Berücksichtigt man die Kohlenvorräte Deutschlands bis zu einer Tiefe von 2000 m, so findet man, dass 34 Prozent aller Kohlen in einer Tiefe bis 1000 m liegen. Der Kohlenvorrat dieser 34 Prozent beträgt 100 Milliarden Tonnen. Berücksichtigt man grössere Tiefen, so steigt der Kohlenvorrat. Bis 1200 m beträgt er bereits 140 Milliarden Tonnen, bis 1500 m über 194 Milliarden Tonnen. Beachtet man Flöze von noch mindestsen 30 cm Mächtigkeit, so würde sich der Vorrat bei einer Tiefe bis zu 1000 m auf 140, bis 1200 m auf 190 und bis 1500 m auf 272 Milliarden Tonnen erhöhen.

Über die prozentuale Beteiligung der einzelnen deutschen Steinkohlenbecken am genannten deutschen Steinkohlenvorrat ist Folgendes zu sagen:

Westfalen hat am deutschen Kohlenvorrat, berechnet bis 1000 m Teufe 30—32 Prozent Anteil, bei einer Teufe bis 2000 m aber 50 bis

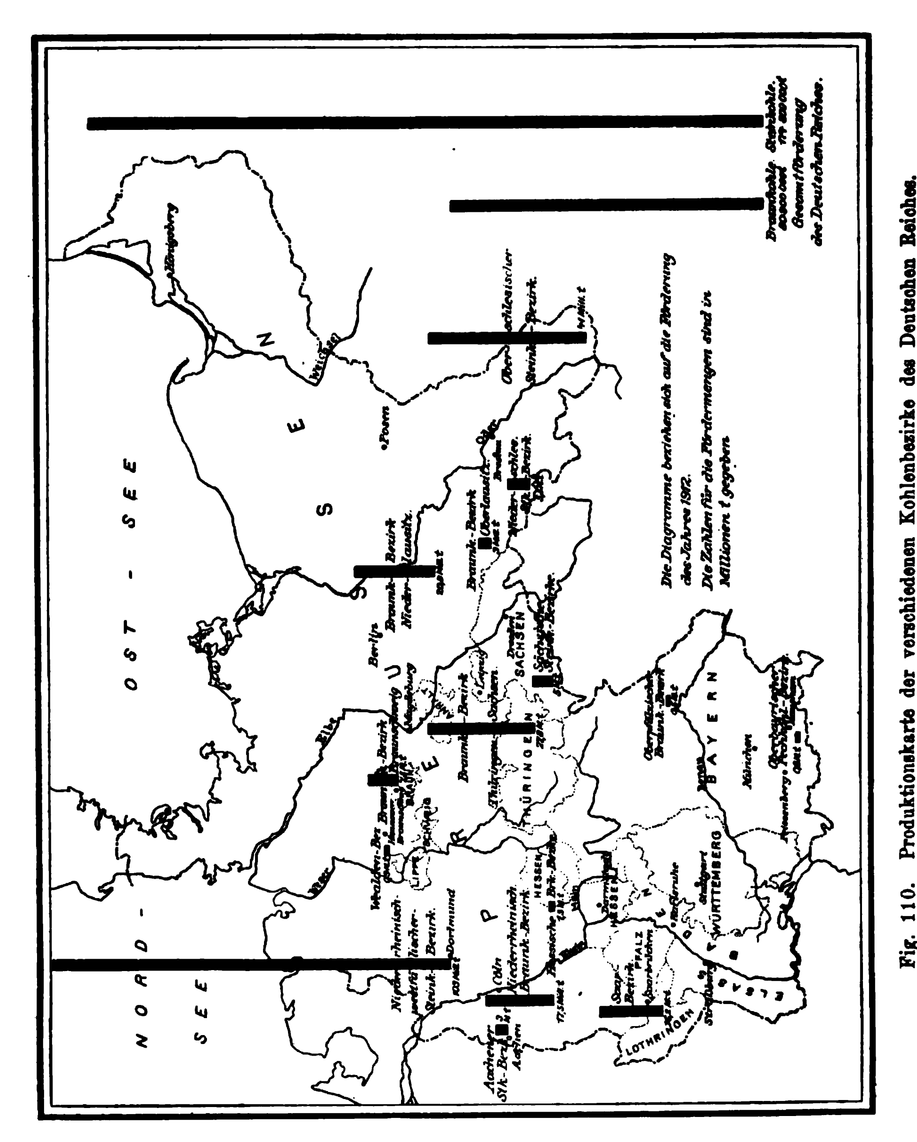


Fig. 110. Produktionskarte der verschiedenen Kohlenbezirke des Deutschen Reiches. (In Anlehnung an eine Vorlage von H. E. Böker, auf Grund neuerer Angaben umgezeichnet.)

52 Prozent Anteil, weil es von den Vorräten Deutschlands, welche zwischen 1500 und 2000 m Teufe liegen, allein rund 70 Prozent birgt.

Oberschlesien hat vom gesamten Vorrate Deutschlands bis zu einer Teufe von 1000 m allein 60 Prozent des gesamten deutschen Vorrates. Es

ist daher das weitaus sicherste Kohlenbecken Deutschlands. Bis zu einer Teufe von 2000 m hat Oberschlesien nur noch 39,3—40,5 Prozent Anteil.

Das Saarbecken hat bis 1000 m Teufe 7,87 Prozent, bis 2000 m Teufe 5,7 Prozent Anteil. Ähnlich verhält sich das linksrheinische Gebiet.

Niederschlesien ist noch mit etwa 1 Prozent am Vorrat beteiligt. Alle anderen Reviere mit weniger.

Die folgenden Tabellen geben genauere Einzelheiten über die Vorräte an.

Bauwürdige Braunkohlenvorräte des Deutschen Reiches.

(In Millionen Tonnen.)

	Sichere Vorräte	Wahrscheinliche Vorräte	Mögliche Vorräte
I. Preussen			
Kölner Bucht (linksrheinisches Gebiet Ville einschl. Lucherberg) .	3 800,5	—	
Kölner Bucht (links- und rechtsrheinisches Gebiet)	—	3 525,0	
Westerwaldgebiet	178,0	?	
Kleinere Vorkommen der Rheinprovinz	—	3,5	
Provinz Hessen-Nassau	96,7	142,1	
„ Hannover	24,9	5,3	
„ Brandenburg u. Pommern	649,7	sehr erheblich	
„ Sachsen	1 193,3		
„ Posen	29,7	sehr erheblich (jedenfalls über 1 Milliarde t)	
„ Westpreussen	0,8		
„ Schlesien	95,5		
Sa. Preussen	6 069,2	3 675,9 + sehr erheblich	
II. Grossherzogtum Hessen			
a) Oberhessen	117,2	87,3	
b) Starkenburg und Rheinhessen .	52,4	11,6	
III. Königreich Bayern			
a) Pechkohle	46,5	134,8	gering-gross
b) Jüngere Braunkohle	29,0	158,8	mässig-gross
VI. Königreich Sachsen . . .	3 000,0	sehr erheblich	
V. Sonstige Bundesstaaten (Anhalt, Braunschweig, Mecklenburg, Thüringische Staaten usw.)	erheblich	erheblich	
XI. Deutsches Reich, Summe .	9 314,3 + erheblich	4 068,4 + sehr erheblich	gering-gross
	13 382,7 + sehr erheblich		

Bauwürdige Steinkohlenvorräte

(In Millionen

	a) Sichere Vorräte				
	0—1000	1000-1200	1200-1500	1500-2000	0—2000
I. Gesamtsaarbezirk					
a) Magerkohlen	666	51	75	141	933
b) Flammkohlen	4 284	682	1 018	1 332	7 316
c) Fettkohlen	2 948	1 138	1 720	2 498	8 299
Summa	7 898	1 871	2 813	3 966	16 548
II. Linksrheinisches Gebiet					
1. Nord-Krefelder Gebiet	(0—1200)				
a) Gasflammkohle . . .	14		—	—	14
b) Gaskohle	338		—	—	338
c) Fettkohle	3200		—	—	3 200
d) Magerkohle	3548		—	—	3 548
2. Brüggen-Erkelenzer Gebiet					
a) Kokskohle	geringe Mengen in c enthalten	—	—	—	—
b) Gasreiche Magerkohle .	„	—	—	—	—
c) Gasärmere „	1 732	—	—	—	1 732
d) Halbanthrazitische Kohle	14	—	—	—	14
3. Wurm-Inde Gebiet					
a) Gaskohle (untergeordnet) . . . . . . ; b) Kokskohle, c) Flammkohle, d) Magerkohle (vorzugsweise)	1 612	—	—	—	1 612
Summa (0—1200)	10 458		—	—	10 458
III. Rechtsrheinisch-Westfälischer Bezirk					
1. Absolut bauwürdige Kohlen					
a) Gasflammkohlen . .	533	—	—	—	533
b) Gaskohlen	5 815	731	1 051	159	7 756
c) Fettkohlen	10 391	2 986	2 545	1 792	17 714
d) Magerkohlen . . .	5 969	1 589	2 212	3 677	13 447
Summa 1	22 708	5 306	5 808	5 628	39 450

des Deutschen Reiches.

Tonnen.)

b) Wahrscheinliche Vorräte					c) Mögliche Vorräte					d) Summe a + b + c
0 — 1000	1000 — 1200	1200 — 1500	1500 — 2000	0 — 2000	0 — 1000	1000 — 1200	1200 — 1500	1500 — 2000	0 — 2000	0—2000 m
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	933
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7 316
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8 299
—	—	—	—	—	sehr erheblich		—	—	—	16 548 + sehr erheblich
										14
erheblich		—	—	—	erheblich		—	—	—	338
										3200
										3548
erheblich		—	—	—	erheblich		—	—	—	1732
										14
erheblich		—	—	—	erheblich		—	—	—	1612
erheblich		—	—	—	erheblich		—	—	—	10 458 + erheblich
1 061	1 240	613	499	3 413						
2 973	3 708	3 797	5 835	16 313	—	—	17 600	44 000	61 600	
2 745	3 241	4 913	9 141	20 040						
929	556	1 132	2 313	4 930						
7 708	**8 745**	**10 455**	**17 788**	**44 696**	—	—	**17 600**	**44 000**	**61 600**	**145 746**

	a) Sichere Vorräte				
	0—1000	1000-1200	1200-1500	1500-2000	0—2000
2. Absolut und relativ bauwürdige Kohlen (alle Flöze über 80 ccm)					
a) Gasflammkohlen . . .	1 013	—	—	—	1 013
b) Gaskohlen	8 621	1 021	1 261	198	11 101
c) Fettkohlen	13 226	3 505	3 199	2 323	22 253
d) Magerkohlen	9 476	2 619	3 603	6 279	21 977
Summa 2	32 336	7 145	8 063	8 800	56 344
IV. Niederschlesischer Bezirk					
1. Waldenburger Bezirk					
Liegendzug	227	13	—	—	240
Hangendzug	275	7	—	—	282
Summa 1	502	20	—	—	522
2. Neuroder Bezirk					
Liegendzug	65	9	9	—	83
Hangendzug	106	5	2	—	113
Summa 2	171	14	11	—	196
Summa IV	673	34	11	—	718
V. Die übrigen kleineren Steinkohlenbezirke	247	—	—	—	247
VI. Oberschlesischer Bezirk					
1. Absolut und relativ bauwürdige Kohlen (Flöze über 30 ccm)					
a) Mulden und Sattelgruppe	9 425	—	—	—	9 425
Randgruppe	900	—	—	—	900
Summa	10 325	—	—	—	10 325
2. Absolut bauwürdige Flöze					
a) Mulden und Sattelgruppe	6 718	—	—	—	6 718
b) Randgruppe	650	—	—	—	650
Summa	7 368	—	—	—	7 368

b) Wahrscheinliche Vorräte					c) Mögliche Vorräte					d) Summe a + b + c
0 — 1000	1000 — 1200	1200 — 1500	1500 — 2000	0 — 2000	0 — 1000	1000 — 1200	1200 — 1500	1500 — 2000	0 — 2000	0 – 2000 m
1 788	2 091	1 029	818	5 726	—	—	26 500	62 000	88 500	
4 575	5 811	6 230	8 637	25 253						
3 833	4 014	7 018	11 221	26 086						
2 560	1 406	2 666	5 025	11 657						
12 756	**13 322**	**16 943**	**25 701**	**68 722**	—	—	**26 500**	**62 000**	**88 500**	**218 566**
8	6	44	94	152	—	—	mässig bis erheblich		—	392
193	178	292	529	1 192	—	—			—	1 474
201	184	336	623	1344	—	—	—	—	—	1 866
61	28	66	119	274	—	—	—	—	—	357
297	68	130	113	608	—	—	—	—	—	721
358	96	196	232	882	—	—	—	—	—	1 078
559	280	532	855	2226	mässig-erheblich		—	—	—	2 944 + mässig-erheblich
?	?	?	?	?	—	?	—	—	—	247
60 820	17 997	18 085	30 660	127562	—	mässig		—	mässig	136 987
15 100	2 500	4 500	6 000	28100	—	mässig		—	mässig	29 000
75 920	**20 497**	**22 585**	**36 660**	**155662**	—	mäßig		—	mässig	**165 987**
43 647	12 460	12 567	19 603	88277	—	mässig		—	mässig	94 995
9 350	2 000	3 000	4 000	18350	—	mässig		—	mässig	19 000
52 997	**14 460**	**15 567**	**23 603**	**106627**	—	mässig		—	mässig	**113 995**

	a) Sichere Vorräte				
	0—1000	1000-1200	1200-1500	1500-2000	0—2000
I—VI. Preussen: Summa:					
A. Heute abbauwürdige Kohle					
a) ohne linksrheinisches Gebiet (s. o. II) . .	38 995	7 211	8 632	9 594	64 432
b) mit linksrheinischem Gebiet	56 664		8 632	9 594	74 789
B. Gesamtvorrat einschl. der Flöze bis zu 30 cm in Westfalen und Oberschlesien					
a) ohne linksrheinisches Gebiet	51 480	9 050	10 887	12 766	84 182
b) mit linksrheinischem Gebiet	70 988		10 887	12 766	94 640
VII. Königreich Sachsen					
a) Zwickauer Bezirk . .	85	—	—	—	85
b) Lugau-Ölsnitzer Bezirk	125	—	—	—	125
c) Döhlener Bezirk . .	15	—	—	—	15
Summa	225	—	—	—	225
VIII. Bayerische Pfalz und Elsass-Lothringen in I. schon enthalten.					
IX. Baden.					
X. Deutsches Reich. Summe					
A. Heute abbauwürdige Kohle					
a) ohne linksrheinisches Gebiet (s. o. II) . .	39 220	7 211	8 632	9 594	64 656
b) mit linksrheinischem Gebiet	56 889		8 632	9 594	75 104
B. Gesamtvorrat einschl. der Flöze bis zu 30 cm in Westfalen und Oberschlesien					
a) ohne linksrheinisches Gebiet	51 706	9 050	10 887	12 766	84 407
b) mit linksrheinischem Gebiet	71 213		10 887	12 766	94 865

b) Wahrscheinliche Vorräte					c) Mögliche Vorräte					d) Summe a + b + c
0 — 1000	1000 — 1200	1200 — 1500	1500 — 2000	0 — 2000	0 — 1000	1000 — 1200	1200 — 1500	1500 — 2000	0 — 2000	0—2000
61 264	23 485	26 554	42 246	153549	—	—	17 600	44 000	61 600	279 480
61 264	23 485	26 554	42 246	153549	—	—	17 600	44 000	61 600	289 938
89 235	34 099	40 060	63 216	226610	—	—	26 500	62 000	88 500	399 292
89 235	34 099	40 060	63 216	226610	—	—	26 500	62 000	88 500	409 750
—	—	—	—	—	—	—	—	—	85	85
—	mässig		—	—	—	—	—	—	125	125
—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	15
—	mässig		—	mässig	—	—	—	—	225	225
61 264	23 485	26 554	42 246	153549	—	—	17 600	44 000	61 600	279 805
61 264	23 485	26 554	42 246	153549	—	—	17 600	44 000	61 600	290 263
89 235	34 099	40 060	63 216	226610	—	—	26 500	62 000	88 500	399 517
89 235	34 099	40 060	63 216	226610	—	—	26 500	62 000	88 500	409 975

Die Produktion der Kohlengruben Deutschlands im Jahre 1912

Steinkohlengewinnung und -absatz im Gebiete des

Bundesstaaten	Zahl der in Förderung gewesenen Betriebe	Zahl der durchschnittl. beschäftigt gewesenen berufsgenossenschaftlich versicherten Personen	Betrag der Löhne und Gehälter dieser Personen 1000 M.[1]	Jahresgewinnung an verwertbarer Kohle		Jahresabsatz: zum Selbstverbrauche der Gruben verwendet	
				Menge t	Wert 1000 M.	Menge t	Wert 1000 M.
Preussen, einschl. des Schaumburg-Lippeschen Anteils der Schaumburger Gesamtsteinkohlenbergwerke	318	568 042	898 032[2])	165 479 916[2])	1 724 674	8 818 604	66 461
Bayern	6	4 072	5 556	790 680	9 217	50 513	297
Sachsen	22	24 213	34 206	5 065 750	67 163	427 682	2 016
Elsass-Lothringen	3	14 661	21 722	3 538 951	38 884	193 144	1 163
Deutsches Reich	349	610 988	959 516[2])	174 875 297[2])	1 839 943	9 489 943	69 937

Steinkohlengewinnung und -absatz im Gebiete des

Wirtschaftsgebiete	Zahl der in Förderung gewesenen Betriebe	Zahl der durchschnittl. beschäftigt gewesenen berufsgenossenschaftlich versicherten Personen	Betrag der Löhne und Gehälter dieser Personen 1000 M.[1]	Jahresgewinnung Menge t	Jahresgewinnung Wert 1000 M.	Selbstverbrauch Menge t	Selbstverbrauch Wert 1000 M.
Niederrheinisch-Westfälischer Steinkohlenbezirk, einschl. des Schafberg-Piesberger Steinkohlenrevieres	219	352 758	619 581	108 092 608	1 132 080	4 983 448	47 040
Aachener Steinkohlenbezirk	8	12 848	20 218	3 057 421	36 279	152 658	955
Saarkohlenbezirk, einschl. der Vorkommen der bayer. Pfalz, in Lothringen u. bei Berghaupten in Baden[3])	21	69 310	100 216[2])	16 173 013[2])	185 048	793 054	6 532
Wealdenkohlenbezirk	4	4 273	5 235	891 167	10 073	52 121	551
Thüringer Steinkohlenbezirk, einschl. des Vorkommens b. Stockheim in Oberfranken, u. sächsischer Steinkohlenbezirk, einschl. Saalkreis	24	24 262	34 270	5 076 620	67 262	429 646	2 030
Niederschlesischer Steinkohlenbezirk	15	27 478	32 480	5 509 836	58 925	479 647	2 475
Oberschlesischer Steinkohlenbezirk	58	120 059	147 516	41 074 632	355 276	2 599 369	10 354
Deutsches Reich	349	610 988	959 516[2])	174 875 297[2])	1 839 943	9 489 943	69 937

[1]) Die sich in den einzelnen Wirtschaftsgebieten ergebenden Durchschnittslöhne weiteres vergleichbar, da in einigen Bezirken weibliche und jugendliche Arbeiter

[2]) Ausserdem wurden 6155 t im Werte von 49 000 M. auf einer Tonsteingrube

[3]) Im badischen und im thüringischen Bezirke sind keine Gruben in Förderung

war nach Mitteilungen des statistischen Amtes folgende:

Deutschen Reiches im Jahre 1912 nach Bundesstaaten.

Jahresabsatz								Durchschnittswert f. d. Tonne. Jahresgewinn.
an eigene Werke abgegeben		zur Feuerung für Beamte und Arbeiter der Grube sow. für sonstige Deputate abgegeben		durch Verkauf abgegeben		zusammen		
Menge t	Wert 1000 M.	Menge t	Wert 1000 M.	Menge t	Wert 1000 M.	Menge t	Wert 1000 M.	M.
44 081 979	451 022	2 024 244	20 654	110 931 034	1 189 854	165 855 861	1 727 991	10,42
—	—	5 191	68	785 158	8 864	790 857	9 229	11,66
179 492	1 657	31 603	406	4 553 363	64 420	5 192 140	68 499	13,26
123 098	1 355	29 174	281	3 192 610	36 088	3 538 026	38 887	10,99
44 384 569	454 034	2 090 212	21 409	119 412 160	1 299 226	175 376 884	1 844 606	10,52

Deutschen Reiches im Jahre 1912 nach Wirtschaftsgebieten.

Menge t	Wert 1000 M.	Menge t	Wert 1000 M.	Menge t	Wert 1000 M.	Menge t	Wert 1000 M.	M.
36 329 299	387 272	1 131 617	12 494	60 595 007	685 053	103 039 371	1 131 859	10,98
1 543 396	18 035	34 496	282	1 342 556	17 123	3 073 106	36 395	11,87
552 238	5 265	250 468	3 171	14 612 625	170 474	16 208 385	185 442	11,44
153 559	1 728	7 565	95	678 790	7 716	892 035	10 085	11,30
182 085	1 674	31 658	406	4 559 583	64 485	5 202 972	68 595	13,25
1 242 021	11 130	112 749	966	3 658 895	39 425	5 493 312	53 996	9,79
4 381 971	28 935	521 659	3 995	33 964 704	314 950	41 467 703	358 234	8,65
44 384 569	454 034	2 090 212	21 409	119 412 160	1 299 226	175 376 884	1 844 606	10,52

sind wegen der verschiedenen Zusammensetzung der Arbeiterschaft nicht ohne
sowie Invalide in höherem Masse beschäftigt werden als in anderen.
mit deren Arbeitern gewonnen.
gewesen.

Braunkohlengewinnung und -absatz im Gebiete des

Bundesstaaten	Zahl der in Förderung gewesenen Betriebe	Zahl der durchschnittlich beschäftigt gewesenen berufsgenossenschaftlich versicherten Personen	Betrag der Löhne und Gehälter dieser Personen	Jahresgewinnung an verwertbarer Kohle	
			1000 M.	Menge t	Wert 1000 M.
Preussen	333	39 848	58 233	65 803 959	130 468
Bayern	14	5 095	6 766	1 700 038	12 471
Sachsen	72	3 661	4 990	5 338 848	11 536
Hessen	7	408	490	393 730	726
Braunschweig	9	1 764	2 290	2 063 326	7 134
Sachsen-Altenburg	34	3 249	4 077	4 091 637	8 738
Anhalt, Lippe, Reuss j. L.	9	1 387	1 940	1 543 259	4 549
Deutsches Reich	478	55 412	73 786	80 934 797	175 622

Braunkohlengewinnung und -absatz im Gebiete des

Wirtschaftsgebiete					
Niederrheinischer Braunkohlenbezirk	36	5 165	7 409	17 516 548	26 225
Westerwälder „	9	388	397	92 850	621
Oberhessischer „	13	858	1 058	694 624	1 528
Niederhessischer „	20	1 244	1 430	854 833	2 966
Braunschweig-Magdeburger Braunkohlenbezirk	32	6 772	9 077	7 482 699	25 108
Thüringisch-Sächsischer Braunkohlenbezirk	203	20 193	27 179	27 888 721	60 950
Niederlausitzer Braunkohlenbezirk	89	12 644	17 002	20 985 862	36 617
Oberlausitzer „	41	1 977	2 416	3 033 935	6 687
Oder „	21	1 323	1 416	943 012	3 090
Posener „	3	80	85	5 733	22
Oberpfälzer „	4	231	241	561 438	745
Oberbayrischer „	7	4 517	6 076	874 542	11 063
Deutsches Reich	478	55 412	73 786	80 934 797	175 622

[1]) Diese Zahlen enthalten auch die zur Brikettherstellung verwandten Kohlen.

Deutschen Reichs im Jahre 1912 nach Bundesstaaten.

Jahresabsatz								Durchschnittswert für die Tonne Jahresgewinnung
zum Selbstverbrauche verwendet u. an eigene Werke abgegeben[1])		zur Feuerung für Beamte und für sonstige Deputate abgegeben		durch Verkauf abgegeben		Zusammen		
Menge t	Wert 1000 M.	Menge t	Wert 1000 M.	Menge t	Wert 1000 M.	Menge t	Wert 1000 M.	
51 612 187	91 546	40 034	122	14 192 272	38 953	65 844 493	130 621	1,98
822 220	1 880	6 328	31	899 416	10 918	1 727 964	12 824	7,34[2])
4 006 347	7 720	763	3	1 349 354	3 838	5 356 464	11 561	2,16
396 973	739	—	—	780	3	397 753	742	1,84
1 263 630	3 845	1 040	5	800 737	3 292	2 065 407	7 142	3,46
3 207 022	6 305	848	4	877 225	2 417	4 085 095	8 726	2,14
944 204	2 544	2 150	7	606 226	2 027	1 552 580	4 578	2,95
62 252 583	114 579	51 163	172	18 726 010	61 443	81 029 756	176 194	2,17

Deutschen Reichs im Jahre 1912 nach Wirtschaftsgebieten.

15 949 636	23 896	15	0	1 563 375	2 324	17 513 026	26 220	1,50
31 872	206	186	1	60 095	409	92 153	616	6,69
684 926	1 487	7	0	8 899	41	693 832	1 528	2,20
249 649	598	2 433	8	605 567	2 369	857 649	2 975	3,47
3 245 519	9 491	12 512	48	4 252 347	15 683	7 510 378	25 222	3,36
19 566 199	39 893	17 693	48	8 353 505	21 122	27 937 397	61 063	2,19
19 005 309	31 264	9 520	25	1 956 842	5 291	20 971 671	36 580	1,74
2 393 625	4 862	629	3	645 108	1 847	3 039 362	6 712	2,20
562 375	1 645	1 716	6	378 733	1 437	942 824	3 088	3,28
2 716	10	124	1	2 685	10	5 525	21	3,84
438 220	498	165	1	123 053	246	561 438	745	1,33
122 537	729	6 163	31	775 801	10 664	904 501	11 424	12,65[2])
62 252 583	114 579	51 163	172	18 726 010	61 443	81 029 756	176 194	2,17

[2]) Enthält die oberbayrische Pechkohle.

21*

2. Grossbritannien und Irland.

Die Vorräte Grossbritanniens und Irlands sind nach den neuesten Schätzungen folgende:

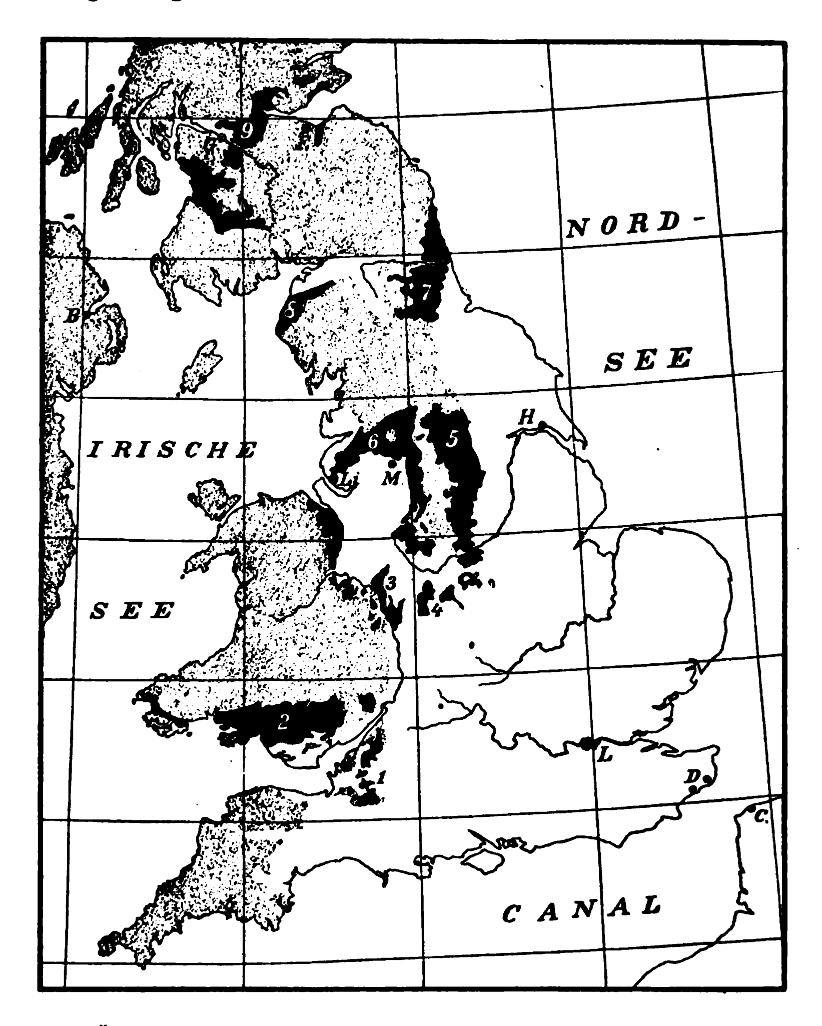


Fig. 111. Übersichtskarte der Verbreitung des flözführenden Kohlengebirges in England und Südschottland (nach Kayser). Masstab 1 : 7 000 000.

Schwarz = flözführendes; grau = älteres; weiss = jüngeres Gebirge.

1. Kohlenfeld im Bristol-Somersetshire; 2. von Südwales; 3. von Nordwales; 4. von Staffordshire; 5. von Yorkshire-Derbyshire; 6. von Lancashire; 7. von Durham-Northumberland; 8. von Cumberland; 9. von Clyde.

B = Belfort; C = Calais; D = Dover; E = Edinburgh; G = Glasgow; H = Hull; Li = Liverpool; L = London; M = Manchester.



Die Kohlenvorräte von Grossbritannien und Irland. (In Tonnen.)

	Gruppe I Flöze von 0,30 m Mächtigkeit an, Tiefe bis 1200 m		
	Sichere Vorräte	Wahrscheinliche Vorräte	Mögliche Vorräte
England und Wales	118 735 562 929	29 984 000 367	16 254 500 000
Schottland	21 376 493 624	—	Unbekannt
Irland	180 506 000	110 840 000	—
Summa	185 292 562 553	30 094 840 367	16 254 500 000

	Gruppe II Flöze von 0,60 m Mächtigkeit an, Tiefe 1200—2000 m		
	Sichere Vorräte	Wahrscheinliche Vorräte	Mögliche Vorräte
England und Wales	6 207 847 000	—	Viel
Schottland	—	1 685 000 000	—
Irland	—	—	—
Summa	6 207 847 000	1 685 000 000	Viel

Die Kohlenvorräte von England und Wales. Gruppe I.

Flöze von 30 cm Mächtigkeit an, Tiefe bis 1200 m.

Bezirk	Flöze		Sichere Vorräte			Wahrscheinliche Vorräte			Mögliche Vorräte
	Zahl	Mächtigkeit in Fuss = 30 cm	Areal (Quadratmeilen)	Klasse	Millionen t	Areal (Quadratmeilen)	Klasse	Millionen t	
Monmouthshire . . .	12—20	1—6½ Sa. 47	96	$B_1B_2B_3$	3 387	—	—	—	—
Glamorgan, Brecknock, Carmarthen	40	1—11½ Sa. 85—120	693	$A_1A_2B_1B_2$	32 314	20	$B_1B_2B_3$	195	—
Prembrokeshire . . .	8—18	1—6½ Sa. 21—33	33	A_1	308	2	A_1	13	—
Forest of Dean	15	1—4¼	28	$B_1B_3B_3$	199	—	—	—	—
Bristol und Somerset .	40	1—6 Sa. 90	238½	B_1B_2	4266	—	—	—	—
Summa	—	—	—	—	40 474	—	—	208	—

Bezirk	Flöze		Sichere Vorräte			Wahrscheinliche Vorräte			Mögliche Vorräte
	Zahl	Mächtigkeit in Fuss = 30 cm	Areal (Quadratmeilen)	Klasse	Millionen t	Areal (Quadratmeilen)	Klasse	Millionen t	
Übertrag	—	—	—	—	40474	—	—	208	—
North Staffordshire	30—36	1—10 S. 148	110	B_2B_2	7256	—	—	—	—
Cheadle	17	1—6 S. 65$^1/_2$	18	B_2B_3					
South Staffordshire	6—11	1—30 S. 65	149	B_2B_2					
Warwickshire	10	1—16 S. 40	56	B_2B_3	1445	—	—	—	—
Leicestershire	22—33	1—16 S. 94	84	B_2B_3	2494	—	—	—	—
Shropshire u. Worcestershire	7	S. 15	98	B_2B_3	346	—	—	—	—
Lancashire u. Cheshire	23—31	1—9 S. 46-95	554	B_2B_3	5636	—	—	—	—
Flintshire, Neston	14	1—12 S. 58	87$^3/_4$	B_2B_3	1080	—	—	—	—
Denbighshire	17	1—12 S. 37-65	91	B_3B_3	1455	—	—	—	—
Anglesey	7	Sa. 6	5	B_2B_2	29	—	—	—	—
Yorkshire Derbyshire, Nottinghamshire	15—21	1—9$^1/_2$ S. 40—52	1,376	$B_1B_3B_3$	40254	760	$B_1B_3B_3$	14853	—
Northumberland und Draham	26	1—6 S. 77	849	$B_1B_2B_3$	11023	Unbestimmt	—	—	2518
Cumberland u. Westmoreland	10—20	1—11 Sa. 28—57	253	$B_1B_2B_3$	2186	—	—	1211	—
Ingleton	8	1—9 S. 23$^1/_2$	16	$B_1B_2B_3$	33	—	—	—	—
Kent	—	—	—	—	—	206 (vermutet)	—	2 000	—
Oxfordshire und Gloucestershire	—	—	—	—	—	Unbekannt	—	—	—
North Staffordshire	—	—	—	—	—	96	B_2B_3	2 955	—
Summa	—	—	—	—	106751	—	—	21227	2518

[1]) Bei dieser Summe sind die Mengen, welche weniger als 1 Million Tonnen betragen,



Bezirk	Flöze		Sichere Vorräte			Wahrscheinliche Vorräte			Mögliche Vorräte
	Zahl	Mächtigkeit in Fuss = 30 cm	Areal (Quadratmeilen)	Klasse	Millionen t	Areal (Quadratmeilen)	Klasse	Millionen t	
Übertrag	—	—	—	—	106751	—	—	21 227	2 518
South Staffordshire westlich) .	—	—	—	—	—	220	B_2B_3	8 601	—
(östlich). .	—	—	—	—	—	292	B_2B_3	—	9 990
Cheshire Basin	—	—	—	—	—	Unbestimmt	B_2B_3	153	—
Chester, Wirral und Liverpool .	—	—	—	—	—	200	B_2B_3	—	2 932
Vale of Eden u. Solway Firth	—	—	—	—	—	40	B_2B_3	—	814
Summa[1])	—	—	—	—	118729	—	—	29 981	16 254

Die Kohlenvorräte von England und Wales. Gruppe II.

(Flöze von 60 cm Mächtigkeit an, Tiefe 1200 bis 2000 m).

Bezirk	Flöze		Sichere Vorräte			Wahrscheinliche Vorräte			Mögliche Vorräte
	Zahl	Mächtigkeit in Fuss = 30 cm	Areal (Quadratmeilen)	Klasse	Millionen t	Areal (Quadratmeilen)	Klasse	Millionen t	
Glamorgan u. Carmarthen	—	—	—	$A_1A_2B_1B_2$	1 500	—	—	—	—
Bristol und Somerset .	—	—	—	B_1B_2	767	—	—	—	—
Yorkshire, Derbyshire, Nottinghamshire .	—	—	—	$B_1B_2B_3$	985	—	—	—	—
North Staffordshire .	—	—	—	B_2B_3	2 955	—	—	—	—
South Staffordshire u. Warwickshire . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	Viel
Cheshire Basin	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Solway Firth	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Summa	—	—	—	—	6 207	—	—	—	Viel

mit berücksichtigt. In der Tabelle selbst sind die Vorräte auf Millionen Tonnen abgekürzt.

Die Kohlenvorräte von Schottland.

Gruppe I.

(Flöze von 30 cm Mächtigkeit an, Tiefe bis 1200 m).

Bezirk	Flöze		Sichere Vorräte			Wahrscheinliche Vorräte			Mögliche Vorräte
	Zahl	Mächtigkeit in Fuss = 30 cm	Areal (Quadratmeilen)	Klasse	Millionen t	Areal (Quadratmeilen)	Klasse	Millionen t	
Clackmannan u. Perth .	17	20—50	41	B_2B_3	916	—	—	—	—
Fife und Kinross . .	38	100 bis 140	148	B_2B_3	5 263	—	—	—	—
Under the Firth of Forth . .	40	75	130	$B_1B_2B_3$	4 252	—	—	—	—
Linlithgow .	6	13 1/2	61	B_2B_3	683	—	—	—	—
Edinburgh, Haddington u. Peebles .	37	105	128 1/2	B_2B_3	3 143	—	—	—	—
Stirlingshire .	25	59	135	A_1A_2 $B_1B_2B_3$	1 600	—	—	—	—
Dumbartonshire . . .	gering	gering	58	B_2	324	—	—	—	—
Lanarkshire .	13	43	275	A_1A_2 $B_1B_2B_3$	3 051	—	—	—	—
Renfrewshire	7	16 1/2	73	B_2	134	—	—	—	—
Ayrshire .	27	80	330	$A_2B_1B_2$	1 337	—	—	—	—
Dumfriesshire	8	40	26 1/2	B_2 }					
Argyllshire (Kintyre) .	8	45	2	B_1B_2 }	667	—	—	—	—
(Marvem) .				}					Unbekannt
Sutherlandshire . . .	2	5	3	B_2	1	—	—	—	—
Summa	—	—	—	—	21 371	—	—	—	—

Die Kohlenvorräte von Schottland.

Gruppe II.

(Flöze von 60 cm Mächtigkeit an, Tiefe 1200 bis 2000 m).

Bezirk	Zahl	Mächtigkeit	Areal	Klasse	Millionen t	Areal	Klasse	Millionen t	Mögliche Vorräte
Firth of Forth	—	—	—	—	—	39	B_2B_3	1 334	—
Fife und Kinross . . .	—	—	—	—	—	—	—	351	—
Summa	—	—	—	—	—	—	—	1 685	—

Die Kohlenvorräte von Irland.

(Flöze von 30 cm Mächtigkeit an, Tiefe bis 1200 m.)

Bezirk	Flöze		Sichere Vorräte			Wahrscheinliche Vorräte			Mögliche Vorräte
	Zahl	Mächtigkeit in Fuss = 30 cm	Areal (Quadratmeilen)	Klasse	Millionen t	Areal (Quadratmeilen)	Klasse	Millionen t	
Ballycastle . .	—	3 ft angenommen für das ganze Gebiet	—	—	—	$4^1/_2$	B_3	13	—
Tyrone									
I. Lower Coal-Measure coals (Dungannon and Coalisland) . . .	—	4 ft angenommen für das ganze Gebiet	—	—	—	8	B_3	31	—
II. Middle Coal-Measure coal (Cralisland) . . .	—	43 ft angenommen für das ganze Gebiet	—	—	—	$1^1/_2$	B_3 (Derry Coal 4 ft B_2)	62	—
III. Annaghone . . .	—	—	—	—	—	$^1/_8$	B_3	3	—
Lough Allen									
I. North and South Arigna	3	1 ft 8 in	140	B_3	—	—	—	—	—
Areas . . .	2	1 ft 8 in	2,9	B_3	4	—	—	—	—
II. Slieve-an-Terin area .	2	1 ft 2 in	3,1	B_2	3	—	—	—	—
Leinster . . .	4 (Jarow)	1 ft 8 in	94	A_2	3	—	—	—	—
	2 (Skebana)			A_2	152	—	—	—	—
Tipperary . . .	2	1 ft 6 in	10,3	A_2	15	—	—	—	—
Summa	—	—	—	—	177	—	—	109	—



Fig. 112.
Übersichtskarte der Kohlenfelder von Irland (nach Cole).

3. Frankreich.

Die Kohlenvorräte Frankreichs sind folgende:

Die Kohlenvorräte Frankreichs.

Klasse	Vorräte bis 1200 m Tiefe. In 1000 Tonnen			Mögliche Vorräte von 1200—1800 m Tiefe in 1000 Tonnen
	Sichere	Wahrscheinliche	Mögliche	
A_1	2 500	4 500	115 000	
A_2	578 600	922 400	1 108 700	540 000
B_1	679 350	658 050	1 342 300	860 000
B_2	1 094 205	1 123 700	864 700	950 000
B_3	1 064 070	662 650	625 000	290 000
C	784 600	522 300	830 000	330 000
Steinkohle	4 203 325	3 893 600	4 885 700	2 970 000
Braunkohle	301 000	410 200	920 800	
Summa	4 504 325	4 303 800	5 806 500	2 970 000

Gruppe I.

Name der Kohlenbecken	Areal in Hektar	Klasse	Vorräte in 1000 Tonnen		
			Sichere	Wahrscheinliche	Mögliche
Valenciennes	—	A_2	520 000	580 000	570 000
	—	B_1	580 000	550 000	1 070 000
	—	B_2	1 010 000	980 000	700 000
	—	B_3	1 010 000	560 000	360 000
	—	C	670 000	340 000	20 000
	105 000	Summa	3 790 000	3 010 000	2 720 000
Le Boulonnais	1 500	C	—	10 000	50 000
Pont à Mousson	15 000	C	—	—	330 000
Rouchamp	1 200	B_2	3 000	3 000	10 000
Le Maine	5 000	A_1	500	1 500	5 000
St. Pierre-la-Cour	500	B_2	—	500	—
La Basse Loire	6 000	B_1	1 000	8 000	12 000
La Vendée	1 400	B_2	250	1 500	2 500
Le Roannais	5 000	A_1	—	—	10 000
Saint-Etienne	—	A_2	25 000	5 000	4 000
	—	B_1	63 000	40 000	60 000
	—	B_2	17 000	70 000	50 000
	—	B_3	6 000	50 000	40 000
	—	C	25 000	110 000	120 000
	9 000	Summa	136 000	275 000	274 000

Name der Kohlenbecken	Areal in Hektar	Klasse	Vorräte in 1000 Tonnen		
			Sichere	Wahrscheinliche	Mögliche
Communay	400	A_2	300	300	—
Ste-Foy-l'Argentière . . .	500	B_3	50	100	1 000
Blanzy, Le Creusot et Bert .	—	A_2	6 000	—	—
	—	B_1	14 000	—	—
	—	B_3	17 000	—	—
	—	C	22 000	—	—
	10 000	Summa	59 000	100 000	500 000
Forges	250	B_2	25	—	2 000
La Chapelle-sous-Dun . . .	130	C	500	300.	2 000
Autun, Épinac	—	B_1	180	3 000	—
	—	B_2	800	3 500	—
	—	B_3	220	1 500	—
	700	Summa	1 200	8 000	50 000
Decize	2 000	B_3	4 300	3 000	30 000
Commentry, Doyet	2 000	B_3	1 000	2 000	6 000
L'Aumance	1 500	B_3	14 000	4 000	2 000
Noyant	1 300	B_3	4 000	7 000	7 000
Saint-Éloy	200	C	7 000	6 000	7 000
Champagnac	1 200	A_2—B_3	5 000	8 000	7 000
Brassac	2 000	A_2—B	2 000	8 000	40 000
Langeac	700	B_3	—	50	500
Ahun	—	A_2	250	50	300
	—	B_1	170	50	300
	—	B_2	30	—	—
	430	Summa	450	100	600
Bourganeuf	110	A_2	150	150	400
Aubin, Decazeville	4 400	C	60 000	30 000	140 000
Saint-Perdoux	—	C	100	1 000	1 000
Rodez	—	C	—	—	10 000
Carmaux, Albi	—	B_2	27 000	15 000	10 000
	—	B_3	5 000	5 000	10 000
	1 000	Summa	32 000	20 000	20 000
Graissessac	—	A_2	—	500	—
	—	B_1	2 000	1 000	—
	—	B_2	4 000	11 000	—
	1 800	Summa	6 000	12 500	30 000
Le Vigan	10	B_2	100	200	200

Name der Kohlenbecken	Areal in Hektar	Klasse	Vorräte in 1000 Tonnen		
			Sichere	Wahrscheinliche	Mögliche
Alais	—	A_2	23 000	303 000	410 000
	—	B_1	19 000	31 000	80 000
	—	B_2	31 000	35 000	20 000
	—	B_3	—	1 000	5 000
	17 500	Summa	73 000	370 000	515 000
Aubenas	70	A_2	400	400	500
La Mure et les Alpes	—	A_1	2 000	8 000	100 000
Fuveau	63 000	D_1	300 000	400 000	600 000
Étang de Berre	17 000	D_1	—	—	300 000
Summa	80 000		300 000	400 000	900 000
Gouhenans	—	D_1	—	200	300
Norroy	—	D_1	—	600	600
Millau	—	D_1	—	2 000	3 000
Estorvar	—	D_1	—	200	300
Manosque	—	D_2	1 000	5 000	10 000
Bagnols et Orange	—	D_2	—	2 000	5 000
Barjac	—	D_2	—	200	300
La Cannette	—	D_2	—	—	300
La Bresse	—	D_3	—	—	1 000

Gruppe II.

(1200—1800 m Tiefe.)

Name der Kohlenbecken	Klasse	Mögliche Vorräte in 1000 Tonnen
Valenciennes	A_2	540 000
	B_1	820 000
	B_2	950 000
	B_3	270 000
	Summa	2 580 000
Pont-à-Mousson	C	300 000
Saint-Étienne	B_1	40 000
	B_3	20 000
	C	30 000
	Summa	90 000
Blanzy		?
Autun		?
Alais		?

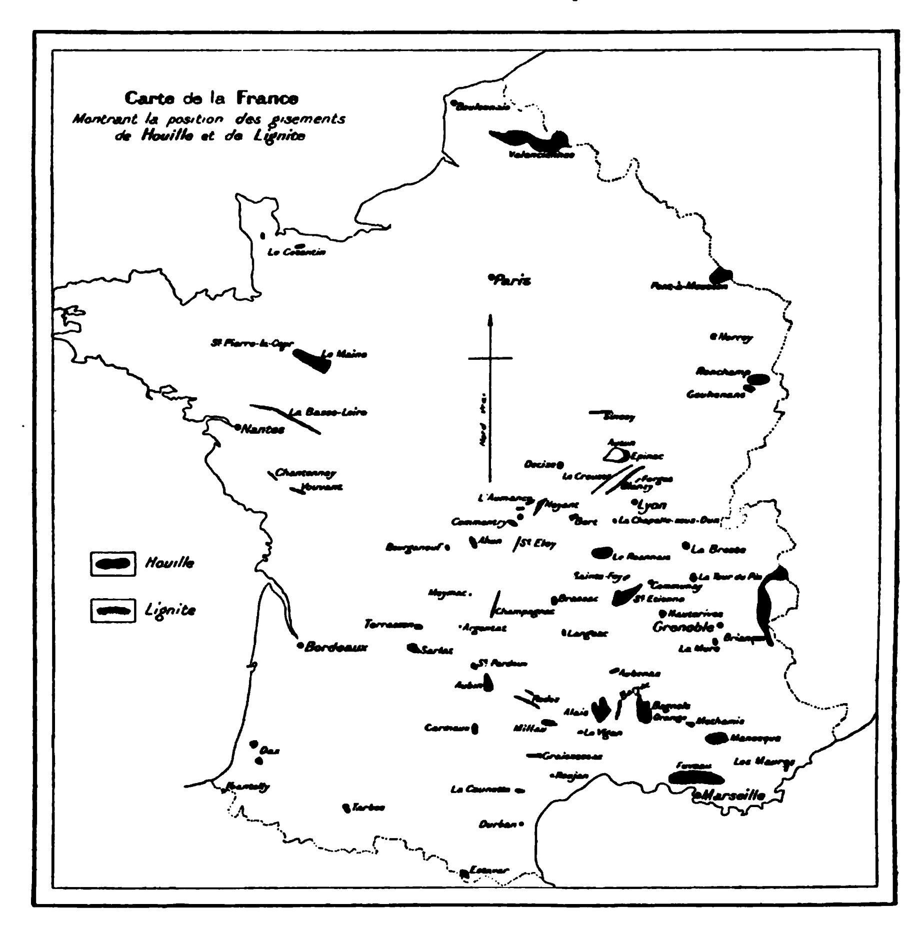


Fig. 113. Übersichtskarte der Kohlenfelder von Frankreich (nach Defline). Houille = Steinkohle; Lignite = Braunkohle.

4. Sonstige Länder Europas.

Über die Kohlenvorräte der sonstigen Länder Europas ist summarisch bereits in der Tabelle S. 309 berichtet. Hier seien nur noch einige genauere Angaben mitgeteilt.

a) Österreich-Ungarn.

Die sicheren Kohlenvorräte Österreichs werden geschätzt bis zu einer Tiefe von 1200 m auf:

2 969,7 Millionen Tonnen Steinkohle,
12 230,8 „ „ Braunkohle.

Hierzu kommen als wahrscheinliche Vorräte (bis zu 1200 m Tiefe):

25 416,9 Millionen Tonnen Steinkohle,
662,8 „ „ Braunkohle.

Bei einer Tiefe bis zu 1800 m sind noch weitere 12 569 Millionen Tonnen Kohle vorhanden.

Die Kohlenvorräte Ungarns betragen:

Gruppe	Produktion 1910 t	Sichere Vorräte t	Wahrscheinliche Vorräte t
1. Palaeozoïsche und mesozoïsche Kohlen	1 358 132	7 478 700	133 795 000
2. Tertiäre Braunkohlen	7 396 368	342 776 718	1 100 504 000
3. Jungtertiäre Braunkohlen	281 768	7 703 000	125 450 000
Summa	9 036 268	357 958 418	1 359 749 000

b) Russland.

Die beiden wichtigsten Kohlenbecken Russlands sind zurzeit das an Oberschlesien angrenzende Dombrova-Bassin und das Donetz-Gebiet.

Im Dombrova-Bassin sind folgende Vorräte vorhanden:

Reden-Flöz	988 900 000	Tonnen
Flöze über dem Reden-Flöz . .	299 365 000	„
Gruppe der Saturn-Flöze . . .	363 977 000	„
„ „ Flora- „ . . .	747 243 000	„
„ „ Strezyżowice-Flöze .	125 760 000	„
Sa.	2 525 245 000	Tonnen

Die Vorräte des Donetz-Gebietes sind:

Anthrazit und Steinkohle . . 55 613 000 000 Tonnen.

c) Belgien.

Belgiens Vorräte werden berechnet mit:

3000 Millionen Tonnen (Namur),
8000 „ „ (Campine).

d) Spanien.

Kohlenproduktion und Kohlenvorräte Spaniens sind aus folgenden Tabellen ersichtlich:

Die Kohlenvorräte Spaniens.

Gruppe I.

(Flöze von 30 cm Mächtigkeit an und bis 1200 m Tiefe.)

	Flöz		Wirkliche Vorräte			Wahrscheinliche Vorräte			Mögliche Vorräte
	Anzahl	Gesamtmächtigkeit (Fuss)	Areal in Quadratmeilen	Klasse	Millionen Tonnen	Areal in Quadratmeilen	Klasse	Millionen Tonnen	
Asturias	80	112	1255	A, B, C	3320	220	A, B, C	340	wenig
Leon	15	39	1434	A_2, B	310	1765	A, B	190,6	viel
Palencia	16	26	292	A_2, B	52,5	501	A, B	45	„
Santander, Steinkohle	—	—	—	—	—	261	A, B	18	sehr wenig
Santander, Braunkohle	3	4	13	D_1	6,1	120	D_1	7	viel
Ciudad-Real	4	14	17	C	60	14	C	30	„
Córdoba	6	28	46	A, B	30	30	A	15	wenig
Sevilla	4	10	29	B_2, B_3	7,5	10	B	2	sehr wenig
Gerona	4	1—20	12	B	0,4	12	B	1	„ „
Lérida, Steinkohle	6	1—4	—	—	—	26	A	22	viel
Lérida, Braunkohle	1	2	10	D_1	0,7	—	—	—	wenig
Burgos	4	1—3	1	D_1	0,1	30	B	3	viel
Logrono	5	1—6	—	—	—	6	C, D_1	1	„
Cuenca	2	1—3	—	—	—	3	B_2	1,7	wenig
Teruel	8	18	135	C, D_1	650	75	C, D_1	350	viel
Barcelona	5	6	80	D_1	45	50	D_1, D_2	16,2	„
Baleares	3	11	6	D_1	8,7	—	—	—	—
Guipuzcoa	4	1—6	5	D_1, D_2	3,2	—	—	—	—
Zaragoza	4	4	3	D_1	1,5	—	—	—	—
Alava	3	14	2	D_1	4,3	—	—	—	—
Summa	—	—	3340	—	4500	3132	—	1037,5	—

Gruppe II.

(Flöze von 0,60 m Mächtigkeit an, 1200—2000 m Tiefe.)

	Flöze		Wirkliche Vorräte			Wahrscheinliche Vorräte			Mögliche Vorräte
	Zahl	Gesamtmächtigkeit (Fuss)	Areal in Quadratmeilen	Klasse	Millionen Tonnen	Areal in Quadratmeilen	Klasse	Millionen Tonnen	
Asturias	50	72	1035	A, B, C	1720	220	A, B, C	400	sehr wenig
Leon	—	—	—	—	—	882	A, B	80	viel
Palencia	—	—	—	—	—	300	A, B	24	„
Santander	—	—	—	—	—	130	A, B	7	„
Ciudad-Real	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Córdoba	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Sevilla	—	—	—	—	—	—	—	—	„
Basque-Castile-Region	—	—	—	—	—	2300	A, B, C	1000	—
Summa	—	—	1035	—	1720	3832	—	1511	—

Kohlenproduktion in Spanien (1910).

Steinkohle		Braunkohle	
Provinz	Tonnen	Provinz	Tonnen
Asturias	2 329 515	Baleares	22 380
Ciudad-Real	302 330	Barcelona	95 580
Córdoba	367 695	Guipuzcoa	34 760
Gerona	10 880	Lérida	7 785
Léon	291 120	Teruel	74 595
Palencia	134 520	Zaragoza	9 180
Sevilla	164 000	Verschiedenes	1 240
Summa	3 600 060	Summa	245 520

e) Holland.

Die Kohlenvorräte Hollands betragen:

Süd-Limburg:

Sichere Vorräte:	Steinkohlen bis 1200 m	209	Mill. Tonnen
Wahrscheinliche „	„ „ „ „	578,8	„ „
Mögliche „	„ „ „ „	953,3	„ „
		1741,1	Mill. Tonnen.

Süd-Peel:

Sichere Vorräte . .	—	Mill. Tonnen
Wahrscheinliche „ . .	923,8	„ „
Mögliche „ . .	287,6	„ „
	1211,4	**Mill. Tonnen**

f) Portugal.

Die Kohlenvorräte Portugals gibt folgende Tabelle an:

Die Kohlenvorräte von Portugal.

Gruppe I.

	Kohlenflöz		Sichere Vorräte		Wahrscheinliche Vorräte	
	No.	Mächtigkeit (Fuss = 0,30 m)	Klasse	Tonnen	Klasse	Tonnen
Dowro . . .	2	3 f bis 3 f 6 in	A_1	20 400 000	—	—
Cabo Mondego	1	1 f 8 in bis 3 f 4 in	—	—	B_2	150 000

Betreff der Kohlenvorräte aller anderen Länder Europas sei auf die Zusammenstellung S. 310 verwiesen.

D. Die Kohlenvorräte Amerikas.

Über die Kohlenvorräte Amerikas geben die folgenden Tabellen Auskunft:

Die Kohlenvorräte Nord- und Mittelamerikas.

(In Millionen Tonnen.)

	Klasse A	Klasse B u. C	Klasse D	Summa
	Anthrazitische Kohlen	Bituminöse Steinkohlen	Sub-bituminöse Steinkohlen u. Braunkohlen	
Neufundland	—	500	—	500
Canada	2 158	283 661	948 450	1 234 269
Vereinigte Staaten von Amerika	19 684	1 955 521	1 863 452	3 838 657
Central-Amerika	—	1	4	5
Summa	21 842	2 239 683	2 811 906	5 078 431

Die Kohlenvorräte Südamerikas.

(In Millionen Tonnen.)

	Klasse A	Klasse B und C	Klasse D	Summa
	Anthrazitische Kohlen	Bituminöse Kohlen	Sub-bituminöse Steinkohlen und Braunkohlen	
Columbien . .	—	27 000	—	27 000
Venezuela . .	—	5	—	5
Peru	700	1 339	—	2 039
Argentinien .	—	5	—	5
Chile	—	3 048	—	3 048
Summa	700	31 397	—	32 097

Genauere Angaben enthalten die weiteren Tabellen:

Nord- und Mittel-Amerika.

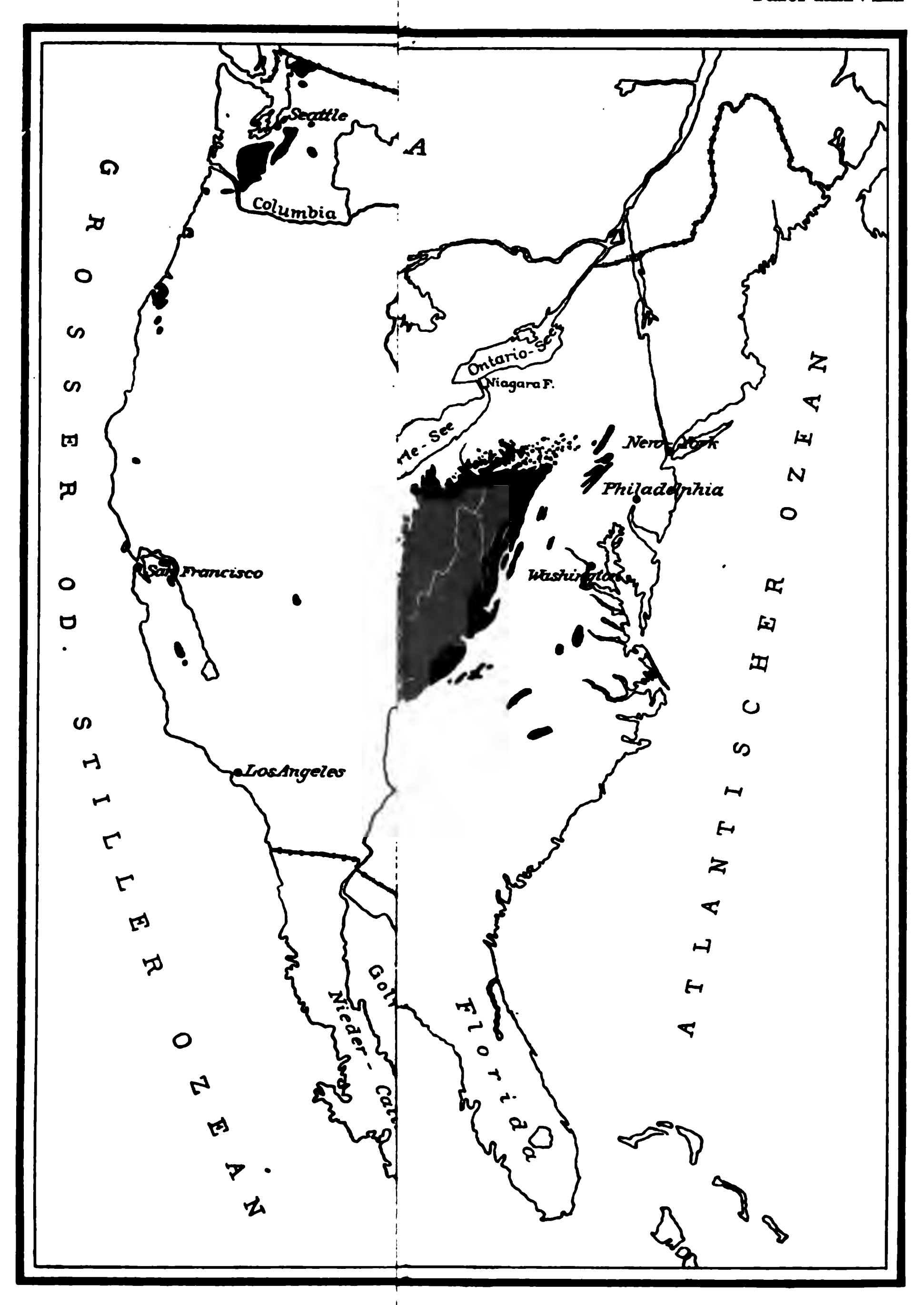
	Wirkliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Wahrscheinliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Summa
	Kohlenklasse			Kohlenklasse			
	A	B u. C	D	A	B u. C	D	
Neufundland . . .	—	—	—	—	500	—	500
Canada:							
Nova Scotia	—	B 2 138	—	—	B 7 511	—	—
New Brunswick . .	—	C 50	—	—	C 20	—	—
Ontario	—	—	—	—	B 151	25	—
Manitoba	—	—	—	—	—	160	—
Saskatchewan . . .	—	—	—	—	—	57 400	—
Alberta	668	B 3 209	384 908	100	B 194 883	491 271	—
British Columbia . .	7	B 23 764	60	1 343	B 43 925	5 136	—
Yukon	—	—	—	—	C 1 800	—	—
North-West Territories	—	—	—	40	B 210	4 690	—
Arctic Islands . . .	—	—	—	—	6 000	4 800	—
	675	29 161	384 968	1 483	254 500	563 482	1 234 269

	Wirkliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Wahrscheinliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Summa
	Kohlenklasse			Kohlenklasse			
	A	B u. C	D	A	B u. C	D	
Übertrag	675	29 161	384 968	1 483	254 500	563 482	1 234 269
Vereinigte Staaten:							
Eastern	Wirkliche und wahrscheinliche Vorräte sind nicht getrennt			16 906	494 454	—	—
Interior				363	478 282	—	—
Gulf				—	—	20 952	—
Northern Plains				—	41 106	1 134 000	—
Rocky Mountains und Coast				484	335 460	692 207	—
Tief gelagerte Kohle				—	604 900	—	—
Alaska				1 931	1 369	16 293	—
	—	—	—	19 684	1 955 521	1 863 452	3 838 657
Mittel-Amerika	—	—	—	—	1	4	—
Honduras	—	—	—	—	1	4	5
Summa	675	29 161	384 968	21 167	2 210 532	2 426 938	5 073 431

Süd-Amerika.

	Wirkliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Wahrscheinliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Summa
	Kohlenklasse			Kohlenklasse			
	A	B u. C	D	A	B u. C	D	
Columbien	—	—	—	—	B 27 000	—	27 000
Venezuela	—	—	—	—	5	—	5
Peru	—	—	—	700	B 1 339	—	2 039
Argentinien	—	B 5	—	—	—	—	5
Chile	—	C 2 082	—	—	C 966	—	3 048
Summa	—	2 087	—	700	29 310	—	32 097

Die Produktion der Kohlenfelder Amerikas ist aus der Tabelle S. 305 ersichtlich. Im folgenden sei nach The Mineral Industry noch die Kohlenproduktion der einzelnen Staaten von Nordamerika zusammengestellt:



'bell.)
ad lignite).

	Wirkliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Wahrscheinliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Summa
	Kohlenklasse			Kohlenklasse			
	A	B u. C	D	A	B u. C	D	
Hupei	—	—	—	—	B 117	—	—
Chekiang	—	—	—	18	B 6	—	—
Kiangsi	—	B 325	—	—	B 3 070	—	—
Fukien	—	—	—	80	—	—	—
Kiantung	498	—	—	256	B 255	—	—
Kuangsi	—	—	—	—	B 500	—	—
Hunan	—	—	—	48 000	B 42 000	—	—
Szechuan	—	—	—	20 000	B 60 000	500	—
Kueichou	—	—	—	—	B 30 000	—	—
Yunnan	—	—	—	—	B 30 000	100	—
	8 890	9 783	—	378 581	597 740	600	995 587
Japan:							
Mesozoische Kohlen	4	—	—	37	B 5	—	—
	—	—	—	—	C 5	—	—
Tertiäre Kohlen:							
Karafuto		C 17	—	—	C 1 345	—	—
Hokkaido	—	C 336	—	—	C 2 106	233	—
Honsu	1	C 1	67	20	C 14	478	—
Kyushu	—	C 542	—	—	C 2 374	—	—
Taiwan	—	—	—	—	C 385	—	—
	5	C 896	67	57	6 234	711	7 970
Manschurei	—	B 31	—	68	B 223	—	—
	—	C 378	—	—	C 508	—	1 208
Sibirien	—	—	—	1	B 66 034	107 844	173 879
Indo-China	—	—	—	20 002	—	—	20 002
Indien:							
Bengal, Bihar u. Orissa	—	B 48	—	—	B 53 037	—	—
	—	—	—	—	C 210	—	—
Central-Indien	—	—	—	—	B 22 657	—	—
Central-Provinzen	—	B 24	222	—	B 246	2 327	—
	—	C 30	—	—	—	—	—
Mesozoische u. tertiäre Kohlen	—	C 119	3	—	C 28	50	—
		221	225		76 178	2 377	79 001
Persien					B 1 858		1 858
Summa	8 895	11 310	297	398 742	748 788	111 554	1 279 586

F. Die Kohlenvorräte Afrikas.

Die Kohlenvorräte Afrikas sind verhältnismässig gering. Sie sind aus folgender Tabelle ersichtlich:

Die Kohlenvorräte Afrikas.
(In Millionen Tonnen.)

	Klasse A	Klasse B und C	Klasse D	Summa
	Anthrazitische Kohlen	Bituminöse Steinkohlen	Sub-bituminöse Steinkohlen u. Braunkohlen	
Belgisch-Kongo .	—	90	900	990
Südnigerien . . .	—	—	80	80
Rhodesien	2	493	74	569
Südafrika	11 660	44 540	—	56 200
Summa	11 662	45 123	1 054	57 839

Die Kohlenvorräte Afrikas.
(Getrennt in wirkliche und wahrscheinliche Vorräte.)

	Wirkliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Wahrscheinliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Summa
	Kohlenklasse			Kohlenklasse			
	A	B u. C	D	A	B u. C	D	
Belgisch-Kongo	—	—	80	—	B 90	900	990
Süd-Nigerien	2	B 306	74	—	B 119	—	80
Rhodesien	—	C 37	—	—	C 31	—	569
Süd-Afrika:							
Transvaal	—	—	—	—	B 28 800	—	—
	—	—	—	—	C 7 200	—	—
Natal	—	—	—	4 700	B 4 600	—	—
Zululand	—	—	—	6 000	—	—	—
Orange-Freistaat, Kapland, Basutoland, Swaziland .	—	—	—	960	B 2 880	—	—
	—	—	—	—	C 960	—	—
	—	—	—	11 660	44 540	—	56 200
Summa	2	343	154	11 660	44 780	900	57 839

G. Die Kohlenvorräte Oceaniens.

Die Kohlenvorräte Oceaniens, d. h. Australiens und der Inseln des indischen Ozeans gibt die folgende Zusammenstellung an:

Die Kohlenvorräte von Oceanien (Australien und Inseln des indischen Ozeans).

(In Millionen Tonnen.)

	Klasse A	Klasse B u. C	Klasse D	Summa
	Anthrazitische Kohlen	Bituminöse Steinkohlen	Sub-bituminöse Steinkohlen u. Braunkohlen	
Australien	659	132 250	32 663	165 572
Neu-Seeland . . .	—	911	2 475	3 386
Britisch Nord-Borneo	—	75	—	75
Niederländisch Indien	—	240	1 071	1 311
Philippinen . . .	—	5	61	66
Summa	659	133 481	36 270	170 410

(Getrennt in wirkliche und wahrscheinliche Vorräte.)

	Wirkliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Wahrscheinliche Vorräte (In Millionen Tonnen)			Summa
	Kohlenklasse			Kohlenklasse			
	A	B u. C	D	A	B u. C	D	
Australien							
Neu-Süd-Wales	—	—	—	—	B 118 439	—	—
Viktoria	—	B 40	—	—	B 12	31114	—
Queensland	99	B 1 766	66	560	B 11 011	800	—
		C 165			C 751		
Tasmanien	—	—	—	—	B 65	—	—
West-Australien	—	—	153	—	C 1	500	—
	99	1 971	219	560	130 279	32414	165 572
Neu-Seeland	—	B 26	612	—	B 99	1863	—
		C 363			C 423		3 386
Britisch Nord-Borneo .	—	C 5	—	—	C 70	—	75
Niederländisch Indien .	—	C 40	734	—	C 200	337	1 311
Philippinen.	—	—	4	—	B 5	57	66
Summa	99	2 405	1 569	560	131 076	34701	170 410



